D. Dumitrașcu

TREPTE SPRE ȘTIINȚĂ

Scanned with OKEN Scanner

D. Dumitrașcu

TREPTE SPRE ȘTIINȚĂ

Elemente de propedeutică a cercetării științifice

Editura Dacia
Cluj, 1974

CUPRINS

Cuvînt înainte 7
Creația științifică 9
Principii euristice 33
Dinamica cercetării științifice 43
Ipoteza de lucru 55
Informarea și documentarea științifică 67
Metodologia generală a cercetării științifice 83
Observația și experimentul 96
Modelarea și tipizarea, metoda cibernetică și istorică 108
Prelucrarea statistico-matematică 117
Reprezentarea grafică 139
Logica — instrument al cunoașterii științifice 167
Teoria științifică 184
Previziunea științifică 198
Redactarea lucrării științifice 207
Comunicarea 223
Bibliografie 227

Scanned with OKEN Scanner

CUVÎNT ÎNAINTE

Receptivitatea pe care au manifestat-o mai multe serii din studenţii Institutului de Medicină şi Farmacie din Cluj, în faţa cărora am expus în ultimii ani o suită de prelegeri structurate ca „introducere în metodologia cercetării ştiinţifice", a constituit primul impuls la întocmirea cărţii de faţă. Interesul pe care l-a întîmpinat ulterior, în cerc mai larg, editarea unui curs cu acelaşi conţinut, a fost la rîndul său determinant.

Se resimţea nevoia unor îndrumări metodice privind problemele practice ale cercetării în ştiinţă. Într-adevăr, printre apariţiile editoriale mai căutate de la noi, regăsim lucrări în care iluştri savanţi îşi expun principiile şi experienţa lor asupra modului de elaborare a ştiinţei, acumulate într-o viaţă de căutări. Din studiul acestora pot fi învăţate multe din stratagemele descoperirii, totdeauna însă răsfrînte parţial în subiectivitatea celui care le-a enunţat. Cîteva din metodele mai larg folosite în activitatea de cercetare, cu deosebire informarea şi documentarea sau prelucrarea statistică şi grafică a datelor, au prilejuit publicarea unor valoroase lucrări. Filozofiei ştiinţei, ca şi multiplelor coordonate care alcătuiesc obiectul scienticii, le este de asemenea acordată ponderea pe care ele, justificat, o reclamă în ştiinţa contemporană.

„Trepte spre ştiinţă" îşi propune să conducă etapă cu etapă, pe entuziastul dornic să participe la adîncirea cunoaşterii, în traiectoria sinuoasă ce urmează a fi străbătută, de la alegerea ariei de investigat, pînă la cristalizarea teoriei ştiinţifice şi la comunicarea descoperirilor realizate.

Scanned with OKEN Scanner

Prin organizarea sa, cartea se dorește un îndrumător, care, condiționat de elementele teoretice și tehnologice oferite, scurtează acea vîrstă necesară de inițiere, premergătoare oricărei ascensiuni. Prin soluțiile pe care le expune, selectate dintr-un ansamblu îndelung verificat de științe, ca și prin elementele de calcul statistico-matematic, de reprezentare grafică sau de fundamentare logică, ea a fost înțeleasă ca un instrument de lucru, ghid apropiat, la care să se revină, după nevoi, în cursul procesului de cercetare. Diferitele secțiuni sînt ordonate în raport cu dinamica acestei activități. Din necesități de sistematizare, principalele probleme privind logica și teoria științei sînt dezvoltate în capitole distincte. Este însă evident că elementele raționale sînt prezente în fiecare etapă a cercetării, ele nu pot fi desprinse de operația de informare sau de culegere a faptelor. Cu atît mai puțin de formularea ipotezei de lucru, care, la rîndul său, readuce teoria din nou în circuitul investigației. Se vor resimți de aceea inevitabile reluări, deși s-a încercat să se acorde, fiecărui moment din procesul de cercetare, deschiderea cea mai adecvată față de problemele generale.

În dorința de a sensibiliza pe viitorii cercetători față de realizările de vîrf ale spiritualității umane, au fost reținute unele din gîndurile marilor cugetători și descoperitori, în formulări relevante prin concizie și expresivitate. Introducîndu-le în text și propunîndu-le drept model, cartea încearcă să aducă un îndemn spre străduința cizelării și perfectării, deopotrivă, a gîndului și verbului.

Discuția se desfășoară avînd în vedere pe tinerii universitari în primul rînd, tot mai mulți atrași în activitatea de cercetare și trecîndu-și astăzi proba competenței printr-o lucrare investită efectiv cu nota contribuției personale. Nu poate uita, de asemenea, pe cercetătorii aflați la începutul formării, pe cei care acum își potrivesc pașii cu ritmul stabil al magiștrilor lor. Preocupările autorului au imprimat, inevitabil, orientarea materialului, către științele naturii, cu adausul unor aspecte proprii cercetării biologico-medicale.

Scanned with OKEN Scanner

CREAȚIA ȘTIINȚIFICĂ

Justificarea și însuși scopul activității de cercetare științifică stă în obținerea unor rezultate originale, nu reproduceri de serie ci totdeauna creații cu valoare de unicat. A cunoaște ceea ce este cunoscut nu este destul; pentru a se numi om de știință, omul trebuie să adauge ceva al său, propriu, la fondul general de cunoștințe, cum atrage atenția John Bernal. Procesul creației științifice se soldează cu un produs finit, *descoperirea* sau *invenția*. Se înțelege prin descoperire realizarea unei noi cunoștințe asupra realității obiective, pătrunderea în arii pînă aci neexplorate, ca și înțelegerea legității unor fapte care — deși mai de mult semnalate — nu depășiseră încă stadiul detaliului brut. Acceptînd teza generală „cunoștința este o posesiune nemijlocită a obiectului de către conștiință", putem înțelege complexitatea condițiilor pe care trebuie să le îndeplinească descoperirea pentru a-și justifica numele. Invenția constă din găsirea unui nou procedeu tehnic sau din construirea unui instrument, care la rîndul său, poate favoriza progresul cunoașterii și stăpînirea naturii de către om (fig. 1).

Ambele aspecte ale creației presupun noutatea, prioritatea, originalitatea, o manieră de a gîndi și de a acționa care se petrece pentru prima dată în istoria științei. Ceea ce le deosebește este că descoperirea privește fapte reale, existente și pînă aci, dar necunoscute, pe cînd invenția reprezintă construcții ale omului, inexistente mai înainte. Obiectul descoperirii

Scanned with OKEN Scanner

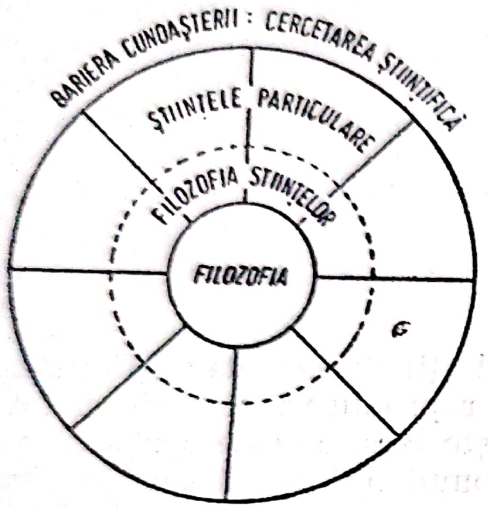


Fig. 1. Relațiile dintre știință și filozofie în procesul cunoașterii.

este natura sau societatea, cel al invenției, activitatea omenească. Între acestea două există însă o legătură indestructibilă, întrucît invenţia — unui aparat, a unei tehnici sau proceduri oarecare — urmează de aproape sau precede descoperirea unui fapt, a unei legi obiective. Prin dezvoltare progresează știința, prin invenţie tehnica, ambele intercondiționîndu-se. Eficiența descoperirii se măsoară în idei, cea a invenției în tehnici de lucru, dar amîndouă sînt indispensabile progresului.

Privită în ansamblu, orice creație rezidă în ecloziunea unei idei sintetice formate prin combinarea nouă a elementelor deja existente, cel puțin în parte, în minte (83). În acest mod înțeleasă, noutatea se întîlnește în cele mai felurite acțiuni ale omului, în simpla comparație sau analogie, care au loc în cursul unei discuții cotidiene, ca și în neînsemnatele „invenții“ la care se recurge neîntrerupt în existența obișnuită. Ideea creatoare dobîndește însă individualitate, pe lîngă noutatea ei stridentă, prin amploare, fertilitate și putere de generalizare.

Descoperirea ştiinţifică-deziderate şi condiţii. Pentru ca enunțarea unei legi sau descrierea unui fapt în știință să aibă valoarea unei descoperiri, este necesar în primul rînd ca aceasta să reflecte realitatea cu exactitate. O descoperire care nu este adevărată, nu este . . . descoperire. Prin această condiție se exclude din știință eroarea și falsul. Elaborarea descoperirii respectă cu strictețe toate normele cercetării, asigurîndu-se de obiectivitatea conținutului transmis și de corectitudinea aparatului demonstrativ la care recurge. Valoarea ei este cu atît mai mare cu cît se apro-

Scanned with OKEN Scanner

pie mai mult de adevărul obiectiv. Prin această implicație, descoperirea dobîndește însă un caracter istoric. Aprecierea se face inevitabil la nivelul cunoștințelor epocii, astfel că unele reale descoperiri pot fi trecute cu vederea și invers, se acceptă alteori false descoperiri, identificate ca atare doar ulterior.

Din punctul de vedere al previzibilității, se diferențiază două categorii de descoperiri: *așteptate* și *surprinzătoare*. Primele, aparținînd cercetărilor de dezvoltare și aplicative, sînt căutate cu perseverență, preocupă mai multe grupuri de cercetători în același timp. Ele sînt întrevăzute logic și constituie de multe ori imperative ale științei la un moment dat. Intervalul care separă punerea problemei și momentul de soluționare poate fi extrem de lung, deseori măsurat prin activitatea desfășurată de mai multe generații de oameni de știință. Fiecare din aceste descoperiri încheie de regulă un anumit program de cercetare orientat de o problemă pusă. Circuitul se poate închide fără a mai fi suscitate alte noi probleme. Dimpotrivă, descoperirile surprinzătoare deschid orizonturi care nu puteau fi bănuite mai înainte, adesea de mari întinderi și săltînd cunoașterea în numeroase domenii. Acest tip aparține în principal cercetării fundamentale și, prin direcțiile pe care le imprimă științei, se dovedește extrem de fertil. S-ar putea chiar spune că forța unei descoperiri este cu atît mai însemnată, cu cît aceasta este mai neașteptată și deci mai originală.

Descoperirea cuprinde prin definiție un moment gnoseologic important, *cunoașterea semnificației* faptului nou. Ea nu poate fi confundată cu simpla descriere de fapte. Nu se rezumă la acest aspect perceptiv. Claude Bernard sublinia că „descoperirea este ideea nouă care se ivește în legătură cu un fapt găsit". Conținutul teoretic apare necesar și într-o definiție a lui Laplace: „a descoperi înseamnă a apropia două idei care pînă atunci se găseau separate". Numai din această înțelegere a faptului nou derivă utilizarea descoperirii. Observația originală înregistrată doar

Scanned with OKEN Scanner

arhivistic și nefructificată, nu poate avea valoarea unei descoperiri. Faptul brut nu ne învață nimic prin el însuși. Nu rezultă de aci că știința ii neagă orice valoare acestuia, ci îl inventariază și îl păstrează ca premisă a unor descoperiri viitoare.

O altă condiție cerută descoperirii este generalizabilitatea, potrivit caracterului specific al științei, care operează cu legi și principii generale. Faptul concret nu este decît izvorul cunoașterii științifice, el nu realizează însăși știința.

Descoperirea presupune deci un salt de la simplul „a vedea" la neprețuitul „a înțelege". Operația poate fi uneori contribuția unui număr mai mare de cercetători și de multe ori, în istoria științelor, s-a trecut pe lîngă mari descoperiri, deși fenomenul corespunzător fusese înregistrat senzorial. Marele chimist Justus Liebig făcea o importantă operă educativă prin a-și purta elevii în fața unui dulap pe care îl denumise „dulapul erorilor" și în care păstra un flacon cu un lichid brun închis pentru a spune că el fusese primul chimist care ținuse în mînă bromul și totuși, nu el îl descoperise.

Recunoașterea unei descoperiri este condiționată de *difuzibilitatea* ei. Pentru știință este inexistentă descoperirea pe care o cunoaște doar autorul ei. Fiecare contribuție nouă capătă valoare doar prin pătrunderea tot mai largă în circulație, prin preluarea și dezvoltarea sa. Pe lîngă originalitatea ideii intervin însă în acest proces numeroși alți factori proprii circuitului informațional: sfera de difuzare a limbii în care este publicată descoperirea, interrelațiile dintre state și oameni de știință etc. Sînt situații cînd abia redescoperiri ulterioare aduc în ierarhia cuvenită fapte semnalate cu mult timp înainte, dar trecute pe deplin cu vederea.

De asemenea „nu este suficient să faci o descoperire și nici să o descrii pe scurt, este nevoie ca datele noi să fie prelucrate pînă la un punct în care alții vor accepta ideea și vor continua munca" (114). Nici Darwin nu a fost primul care a sesizat legea evoluției speciilor, nici

Scanned with OKEN Scanner

arhivistic şi nefructificată, nu poate avea valoarea unei descoperiri. Faptul brut nu ne învaţă nimic prin el însuşi. Nu rezultă de aci că ştiinţa îi neagă orice valoare acestuia, ci îl inventariază şi îl păstrează ca premisă a unor descoperiri viitoare.

O altă condiţie cerută descoperirii este generalizabilitatea, potrivit caracterului specific al ştiinţei, care operează cu legi şi principii generale. Faptul concret nu este decît izvorul cunoaşterii ştiinţifice, el nu realizează însăşi ştiinţa.

Descoperirea presupune deci un salt de la simplul „a vedea" la nepreţuitul „a înţelege". Operaţia poate fi uneori contribuţia unui număr mai mare de cercetători şi de multe ori, în istoria ştiinţelor, s-a trecut pe lîngă mari descoperiri, deşi fenomenul corespunzător fusese înregistrat senzorial. Marele chimist Justus Liebig făcea o importantă operă educativă prin a-şi purta elevii în faţa unui dulap pe care îl denumise „dulapul erorilor" şi în care păstra un flacon cu un lichid brun închis pentru a spune că el fusese primul chimist care ţinuse în mînă bromul şi totuşi, nu el îl descoperise.

Recunoaşterea unei descoperiri este condiţionată de *difuzibilitatea* ei. Pentru ştiinţă este inexistentă descoperirea pe care o cunoaşte doar autorul ei. Fiecare contribuţie nouă capătă valoare doar prin pătrunderea tot mai largă în circulaţie, prin preluarea şi dezvoltarea sa. Pe lîngă originalitatea ideii intervin însă în acest proces numeroşi alţi factori proprii circuitului informaţional: sfera de difuzare a limbii în care este publicată descoperirea, interrelaţiile dintre state şi oameni de ştiinţă etc. Sînt situaţii cînd abia redescoperiri ulterioare aduc în ierarhia cuvenită fapte semnalate cu mult timp înainte, dar trecute pe deplin cu vederea.

De asemenea „nu este suficient să faci o descoperire şi nici să o descrii pe scurt, este nevoie ca datele noi să fie prelucrate pînă la un punct în care alţii vor accepta ideea şi vor continua munca" (114). Nici Darwin nu a fost primul care a sesizat legea evoluţiei speciilor, nici

Scanned with OKEN Scanner

Pasteur nu a formulat pentru întîia oară teoria microbiană. Lor le revine însă meritul de a fi dezvoltat concepțiile de care și-au legat numele, fundamentîndu-le științific și aducîndu-le în domeniul utilizării practice.

Aplicabilitatea constituie un alt criteriu de valoare al descoperirii. Justețea acestuia este de necontestat, dar recunoscînd-o nu putem trece cu vederea caracterul condiționat istoric pe care de multe ori îl prezintă utilizarea descoperirilor. În momentul cînd acestea sînt realizate, aportul pe care îl aduc poate să rămînă ascuns, așa cum a fost de exemplu situația cu descoperirea fisiunii nucleare, într-o perioadă cînd conceptul de energie nucleară nu se cristalizase încă. Privită în perspectivă istorică, descoperirea trebuie să se răsfrîngă pozitiv asupra omului, mai devreme sau mai tîrziu.

Dinamica și mecanismul creației științifice. Opinii extrem de contradictorii au fost puse în legătură cu geneza descoperirii, condiționate de particularitățile psihice ale descoperitorului, dar și de specificul domeniului explorat. Varietatea extraordinară a căilor creației face imposibilă prestabilirea soluției optimale pentru realizarea unei anume descoperiri (fig. 2). Înțelegem de ce „oamenii de știință fac mai întîi o descoperire și abia apoi, de obicei fără succes, meditează asupra modului cum au făcut-o“ (15). Din asemenea analize ale creațiilor proprii au rezultat deseori hipertrofieri ale unuia sau altuia din factorii ce participă armonios la actul creației. Din unilateralizarea momentului intuitiv s-a ajuns la identificarea cerce-

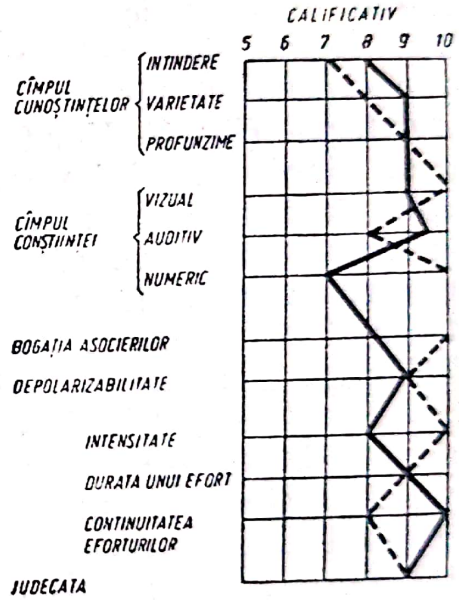


Fig. 2. Profilul psihologic al cercetătorului științific: cele două tipuri principale de „savanți clasici“ (după R. Leclercq, 64).

Scanned with OKEN Scanner

tării cu aventura. Invers, din exagerarea importanței activității conștiente metodice, desfășurate după un plan organizat, s-a creat imaginea la fel de falsă a creației științifice ca proces rațional și controlabil pe deplin, opus fundamental celei artistice. În realitate este vorba de un proces asemănător în ambele circumstanțe, cu modalități foarte variate de prezentare. Urmat, în cazul științei, totdeauna, de verificarea și analiza conștientă a produselor sale.

Două sînt premisele care fac posibilă descoperirea, corelat cu latura subiectivă: creativitatea, înțeleasă ca un complex de aptitudini și ca formație a spiritului, și orientarea interesului către activitatea creatoare, pe baza unei motivații anumite. Prima reprezintă potențialitatea creației. A doua îndeplinește funcția declanșatoare pentru investigație. Ea marchează de aceea momentul de început al elaborării descoperirii și susține tonusul de-a lungul activității care va urma. Motivația poate deveni nocivă cînd, fiind prea intensă, produce o concentrare exagerată asupra obiectului propus, făcînd astfel imposibilă recepționarea aspectelor colaterale (fig. 3). Vor fi scăpate din vedere unele aspecte neprevăzute, încît se pierde prilejul unor descoperiri care derivă din programul prestabilit. Dacă cercetarea este stăpînită de scadența unui termen planificat și de teama eșecului, efectele negative devin mai evidente. Se înțelege cum cercetarea desfășurată „sub imperiul anxietății" amenință cu sterilitatea și de ce mulți oameni de știință au relevat fecunditatea cercetării libere. „Oricare cercetător trebuie să dispună de o parte din timpul său, ca să-și urmărească propriile sale idei, fără să dea nimănui socoteală. În aceste ore de care dispune, se pot ivi lucruri capitale", spune Al. Fleming mărturisind că descoperirea penicilinei ar fi fost imposibilă dacă nu s-ar fi putut concentra asupra acelui neînsemnat fapt cunoscut și de alții dar trecut pînă atunci cu vederea, al acțiunii antibacteriene exercitate de ciupercile care contaminează plăcile de cultură. Practic, paralel cu cercetarea orientată — planificată și finanțată, eventual contractată — se desfășoară, pe un alt plan, o activitate care

Scanned with OKEN Scanner

se va pierde în mare parte fără rezultat, dar din care se vor dezvolta, într-o anumită etapă, cercetări cu obiect real. Această cercetare de culise, de „laborator de creație“ — cercetarea de explorare — care devine cunoscută doar atunci cînd se soldează cu un rezultat ferm, face o primă triere a ipotezelor pe care gîndirea omului de știință le acceptă. Nu trebuie uitat că numărul acestora este de fapt cu mult mai mare, înainte de a fi supuse cenzurii logice. Așa se explică de ce capacitatea de creație echivalează cu puterea de a regenera mereu alte noi ipoteze, avînd în vedere perisabilitatea lor extrem de ridicată. Faraday amintea în următorii termeni existența acestui sector inaparent al creației: „nu aș vrea să povestesc calea gîndurilor mele într-o cercetare, căci aș trece drept imbecil sau nebun“. Cercetătorul are nevoie de rigoare critică dar și de o suficientă detașare față de subiect, spre a-l examina și critica. Aceeași poziție trebuie să aibă și față de propria-i operă, pînă la a distruge — dacă este necesar — produsul cercetării.

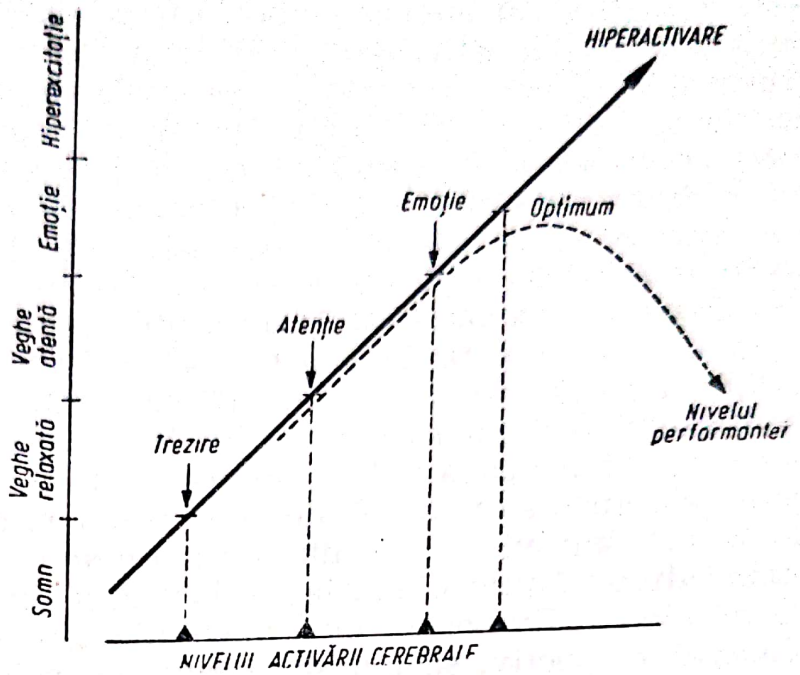


Fig. 3. Relațiile dintre nivelul activării cerebrale și performanță. Efectul este favorabil pînă la un optimum, excesul scade eficiența răspunsului (după V.Bloch, cit. 45).

În dinamica creației științifice, A. F. Osborn distinge următoarele *stadii:* 1) orientarea: punerea problemei; 2) pregătirea: acumularea da-

Scanned with OKEN Scanner

telor specifice; 3) analiza: clasificarea datelor disponibile; 4) ideația: producția ideilor alternative; 5) incubația: oprirea destinată pentru a provoca iluminarea; 6) sinteza: asamblarea datelor găsite; 7) evaluarea; critica ideilor reținute (129). Un mers analog distinge și E. I. Green într-o reprezentare figurată pe care o propune. Schema sa relevă coexistența dintre aspectul logic al creației și cel intuitiv. Soluția poate fi obținută pe calea gîndirii sistematice, ca și pe cea a intuiției, ambele presupunînd însă faze de acumulare, incubare și gîndire intensă.

Descoperirea necesită în prealabil o *etapă pregătitoare* care începe odată cu punerea problemei și deci, cu stabilirea domeniului de investigație. Punctul de plecare nu poate fi absolutizat, încît nu ne conducem exclusiv după aserțiunea lui Bacon „știința începe cu observația", dar nici după cea a lui K. Popper „știința începe cu problema". Ambele resorturi sînt la fel de eficiente pentru a catapulta forțele creatoare ale omului de știință. Prepararea constă în luarea în posesie a materialului faptic din aria explorată și din preocuparea susținută față de problemă. Explorare plus meditație. „Să te gîndești în permanență la obiectul respectiv, să știi să te culci cu o idee în minte și tot cu ea să te scoli", își transmitea experiența sa I. P. Pavlov. Nevoia de concentrare a gîndirii, de polarizare a ei, a fost menționată de Newton ca secret al descoperirii teoriei gravitației universale; întrebat cum a realizat-o, a răspuns simplu „gîndindu-mă mereu la ea". Într-o expunere mai cuprinzătoare asupra modului său de lucru, tot el arăta „nu-mi pierd din vedere subiectul și aștept ca cele dintîi lucrări, crescînd încetul cu încetul, să se schimbe într-o mare și strălucită lumină". Aceeași poziție de contopire o adoptase și Kepler: „orice reflexiune fiind pentru mine prilej de noi reflexiuni, ajung cu timpul să mă pătrund de subiect cu toată energia de care e capabil spiritul meu". În această îndelungă răbdare, este esențial a evita conformismul, căutînd dimpotrivă puncte de vedere distincte de cele care au condamnat pînă aci la eșec cercetarea pe care o întreprindem. Asupra originalității în concepție (nu nu-

Scanned with OKEN Scanner

mai în relevarea de noi date), s-a atras îndeajuns atenția. „Problema nu e atît de a vedea ceea ce n-a văzut încă nimeni, cît mai ales de a gîndi ceea ce nimeni nu a gîndit în legătură cu ce vede fiecare", aprecia Schopenhauer. Cerința de a se încălca regulile o dată stabilite este și mai fățiș exprimată în epoca contemporană de Fleming, care recomandă în legătură cu acestea „să arăți că unele dintre ele sînt false și să găsești ceva la care nu s-a gîndit niciodată nimeni".

Activitatea de cercetare susținută ne apare astfel ca un prim act al creației în știință. Durata acestei etape este foarte variabilă și cu totul excepțional poate lipsi, atunci cînd ideea originală izbucnește în atmosfera unei informări extrinseci, sugerată de constatările altora. În mod obișnuit, se ajunge la rezultate doar respectînd îndemnul lui Pasteur: „trebuie să rămîi mult timp la un subiect, trebuie să epuizezi combinațiile în așa fel, încît imaginația să nu mai poată concepe nici una". A nu se părăsi subiectul apare ca o regulă esențială, știind totuși pînă la ce limită poată fi dusă perseverența fără a risca o cercetare condamnată la eșec.

Momentul central al creației este ecloziunea *ideii originale*. Pentru ca aceasta să aibă loc este necesară o punere în tensiune particulară a intelectului, o *„forma mentis"* favorabilă izbucnirii. „Gîndirea creatoare nu funcționează decît la o anumită temperatură emoțională. Congelate, ideile nu intră în jocul asociațiilor" cum remarcă M. Malița. La realizarea acesteia contribuie numeroase influențe favorizante: asociațiile de idei, analogiile sau contrastele sugerate de anumite cuvinte sau imagini, percepute uneori accidental. Se obține deseori un ajutor prin concentrarea atenției sau simplificarea mersului gîndirii pe calea unor reprezentări grafice, a unor schițe intuitive. Se vorbește chiar, pentru disciplinele matematice, de „gîndirea fără limbaj", mult mai accelerată. În același sens dobîndește o funcție facilitantă și scrierea logico-simbolică, ce permite prin stenografismul său conducerea rapidă a raționamentului prin treptele silogistice care ajung la descoperire. Un rol important

Scanned with OKEN Scanner

revine sistematizării materialului în faze succesive, sesizarea contradicţiilor şi nepotrivirilor, încercarea de logicizare, discutarea datelor problemei. „Ideea divină care aduce soluţia unei probleme este deseori legată de un cuvînt sau o frază bine aleasă“ (84). În ce privește discuţiile cu un grup de specialişti, sînt valoroase sugestiile şi soluţiile propuse, dar în sporită măsură şi semnele de întrebare ridicate. Într-adevăr, „nici o torpilă ştiinţifică nu e mai eficace decît o dezbatere neîncheiată, care oferă material pentru reflectare şi face creierul să zbîrnîie,“ într-o exprimare colorată a lui N. Semionov. Soluţiile furnizate de alţii pot contribui doar la dezvoltarea cercetării, întrebările fără răspuns sînt însă cele care stimulează creaţia originală.

Un efect favorabil asupra căruia insistă mulţi descoperitori îl exercită *stările fazice* ale activităţii corticale, acele clipe de tranziţie între somn şi veghe, sau de reverie fără obiectiv definit. Ambele împrejurări au ca element comun gradul scăzut de conştiinţă, ceea ce permite asociaţii ideative care pentru sistemul logic formal sînt neobişnuite. Iau naştere în acest fel legături corticale surprinzătoare prin insolitul lor, care constituie uneori însăşi soluţia căutată cu insistenţă. Inhibiţia parţială caracteristică stărilor fazice asigură desprinderea din legăturile sistematice raţionale ale ştiinţei şi prin aceasta eliberează gîndirea. Originalitatea se manifestă mai pregnant. Un rol similar exercită şi visele, printr-un mecanism de dominanţă, conţinutul visului fiind orientat după preocuparea afectiv-intelectuală a zilei. Într-o manieră de plasticitate artistică, cîţiva din marii savanţi au redat filiaţia dintre descoperirea lor şi vis. Într-o astfel de condiţie a găsit chimistul Kekulé structura ciclică a benzenului. „Treaba nu mergea deloc bine... Am întors un fotoliu către cămin şi am căzut într-un fel de somnolenţă. Atomii dănţuiau în faţa ochilor mei, în şiruri lungi, unite diferit, dar tot mai strîns, mereu în mişcare, răsucindu-se şi încolăcindu-se ca şerpii. Şi, deodată, ce să vezi? Unul dintre şerpi şi-a apucat propria coadă, iar imaginea lui mi se învîrtea batjocoritoare în faţa ochilor. În acel mo-

ment m-am trezit într-o străfulgerare de lumină; tot restul nopții l-am petrecut adîncind consecințele acestei ipoteze. Să învățăm să visăm, domnilor". La rîndul său, Mendeleev urmărea asiduu un criteriu pentru a putea realiza clasificarea elementelor, cînd după un efort epuizant de trei zile și trei nopți, a adormit fără să fi ajuns la sistemul periodic urmărit. Dar, „văd în vis tăblița unde elementele sînt orînduite așa cum trebuie. M-am trezit și am notat totul pe un petic de hîrtie — și ulterior s-a dovedit a fi necesară numai o corectură într-un loc". Mulți cercetători au putut confirma utilitatea păstrării pe noptieră a unui carnet și a unui creion, pentru a nota repede — în faze de preocupări paroxistice față de o problemă — ideile extrem de fragile și pieritoare, elaborate de un cortex pus în tensiune. Dealtfel adevărul că „noaptea aduce sfaturi" este verificat pe un plan mult mai larg.

Ultima etapă a creației este *verificarea ideii originale*. Această testare se desfășoară în primul rînd la nivelul raționamentului. Se realizează prima cenzură, care triază verosimilul de imposibil, valoarea de absurditate. Acum sînt înlăturate cele mai multe din „sclipirile" de moment, păstrîndu-se cele promițătoare, disproporționat de puține în ansamblul trăirilor intelectuale ale omului de știință. „Mai întîi ghicește, după aceea demonstrează — așa se fac descoperirile în majoritatea cazurilor", recomandă un profund cunoscător, matematicianul G. Polya. Acum se valorifică acel imperativ al criticii aspre adresate creațiilor proprii, care face ca omul de știință să se comporte ca „propriul său dușman", invocînd toate contraargumentele pe care le poate inventa, pentru a-și proba și întări — dacă rezistă — teza. Newton nu și-a văzut verificată legea gravitației pe care o intuise dar pe care o sfidaseră primele calcule, decît după măsurarea exactă a dimensiunilor pămîntului, din 1680. Gîndirea științifică, experimentală, s-a născut tocmai orientată pentru verificări din multiple unghiuri. Confruntarea ideii născute cu materialul de observație și experiment, aduce o altă verificare, mai hotărîtoare. În sfîrșit, aplicarea practică și utilizarea spre folosul uma-

Scanned with OKEN Scanner

nității, constituie ultimul punct de control, care atestă și evaluează descoperirea. Ciclul creativ se încheie, inducînd însă, prin revenirea la terenul solid al practicii, noi traiectorii ale cunoașterii.

Dinamica creativă nu se restrînge la cele trei momente schematice. Trecerea spre descoperire se face de regulă prin mișcări succesive, treceri alternative de la ipotetice adevăruri la cele obiective (fig. 4).

Privită în timp, capacitatea creatoare are o evoluție ondulantă, cu periodicitate neregulată. Fazele de randament inventiv sînt urmate de acalmii care adună germenii viitoarei ecloziuni. Fiecare descoperire presupune o etapă preparatoare a cărei durată nu poate fi prevăzută decît în cercetarea de dezvoltare și aplicativă. Chiar angajată într-un efort de cercetare, este posibil ca gîndirea să întîmpine obstacole care multă vreme nu pot fi depășite, chiar atunci cînd documentarea faptică este bine făcută. Se ajunge la un „impas de idei" care contrazice orice progres. Limitarea gîndirii și sterilitatea ei episodică devin uneori greu de înlăturat. „Cu cît stăm mai îndelungat în fața unei dificultăți, cu atît scad șansele de a putea să o rezolvi" (80). Pentru reactivarea ei se recomandă

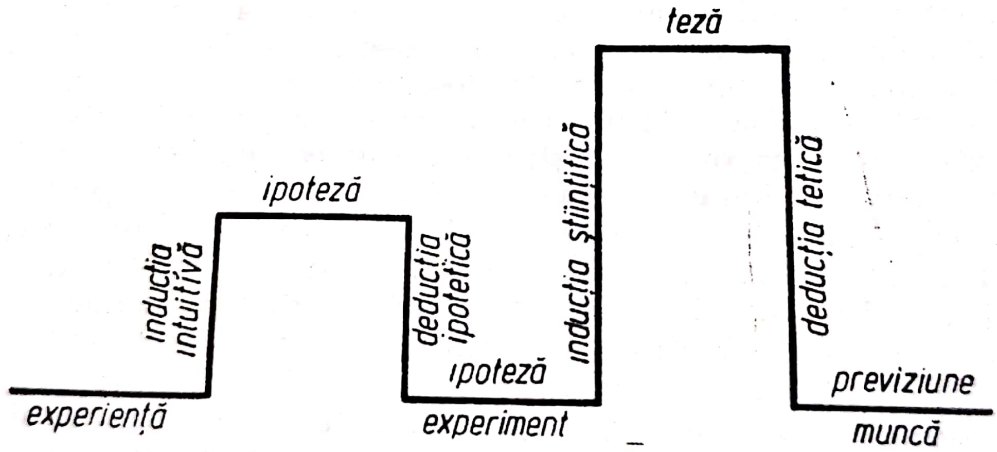


Fig. 4. Dinamica procesului de cunoaștere (după H. Wald, 41).

părăsirea preocupărilor pentru un timp sau sporirea puterii creatoare prin metode euristice.

Dialectica fanteziei, a intuiției și a raționamentului în creația științifică. Apropierea operei de știință de opera de artă nu rezidă numai în latura sa estetică, ci și în identitatea unora din factorii care o generează. O premisă centrală a originalității, în ambele domenii, este bogăția imaginației, acea caleidoscopică fantezie care asigură diversitatea și noutatea vederilor. Această însușire conferă poate valoarea adevărată a creației științifice și prin intervenția ei asigură cercetătorului capacitatea de a crea probleme, de a rezolva probleme puse de alții sau de el însuși, de a imagina metodele necesare pentru aceasta. Fantezia deschide drumuri încă nestrăbătute și dă putere de anticipație. Există un mare adevăr în aforismul lui E. M. Bataile: „trebuie să fii poet ca să creezi; toate descoperirile mari poartă în ele semnul neșters al unei gîndiri poetice". Ca un fantast se comporta metodicul Darwin cînd aprecia că din timp în timp trebuie să efectuăm experimentele cele mai nebunești; din ele nu rezultă nimic, dar dacă izbutesc, rezultatele lor sînt uluitoare. Această neîngrădită eliberare a gîndului din tiparele demne de respect ale științei sanctificate a constituit secretul denunțat de Niels Bohr ca explicație a succeselor școlii sale: „nu ne-a fost frică să aparem caraghioși". Un alt fizician, laureat al premiului Nobel, A. M. Prohorov, apreciază în mod asemănător: „cu cît ai capacitatea de a te înălța prin puterea fanteziei peste datele pe care le strunești într-o experiență sau un studiu, cu atît ai șanse mai mari de a înscrie viitorul în datele prezentului". Oameni cu profundă erudiție pot fi lipsiți de spirit creator, incapabili să conceapă alte orizonturi decît cele deja știute, și invers, prin faptul de a fi gîndit și discutat sau de a fi încercat lucruri din cele mai discutabile, s-a putut ajunge deseori la descoperiri.

Imaginația are o pondere considerabilă în inventarea de ipoteze. „Spiritul ne propune un milion de prostii pentru o singură idee bună" apreciază P. Valéry. În termeni mai exacți, se apreciază că din apro-

Scanned with OKEN Scanner

ximativ 100 de idei noi promițătoare (fără a mai considera pe cele imediat abandonate), doar 10—15 ajung în fază de cercetare aplicată, marea majoritate pierzîndu-se. Este important ca această abandonare visării imaginative să se sprijine pe un fond bogat de date și să se împletească cu reflexia rațională. Logica și erudiția nu frînează jocul inspirației, ci îi facilitează direcționarea spre soluții cu un potențial crescut de cunoaștere.

După raportul cu planul logic și după nivelul de conștientizare, se diferențiază cunoașterea intuitivă și cea rațională. S-a insistat mult, de unii descoperitori, asupra neparticipării analizei logice lucide la realizarea operei lor. „Întîi ghicește, apoi demonstrează", consilia, deși matematician, H. Poincaré. „Marile descoperiri se fac pe întuneric", notează fizicianul Cerencov, citînd pe un chimist celebru. Intervenția *momentului intuitiv* contribuie mai mult la confundarea creației științifice cu cea artistică. În legătură cu aportul său, „intuiția ne face să ghicim deodată, printr-un foc de iluminare interioară, care nu are nimic comun cu silogismul, un aspect profund al realității", apreciază L. de Broglie.

Intuiția este definită de H. Selye ca rațiunea inconștientă care duce la cunoaștere fără judecată, înțelegerea imediată fără raționament logic, sclipirea necesară pentru a face legătura dintre gîndul conștient și imaginație. Această formă de activitate psihică nu mai este corelată de nimeni cu extazul mistic și chiar termenul de „iluminare" sub care este uneori cunoscută, are un sens exclusiv metaforic. Se face diferența între două tipuri de intuiție, empirică și științifică. În legătură cu ultima, se vorbește chiar de identitatea actului intuitiv cu cel conștient (103). Filozofia materialist-dialectică concepe intuiția ca pe un proces care focalizează împletirea analizei cu sinteza și a cauzalității cu finalitatea. Ea completează cunoașterea prin intermediul celor două procese fundamentale ale activității corticale, analiza și sinteza (71). Intuiția reprezintă o gîndire abreviată, în care sînt scurtcircuitate o parte din

Scanned with OKEN Scanner

fazele străbătute de judecată în cursul său obișnuit. Ar putea fi înțeleasă ca un silogism lipsit de termenul mediu, prin care se ajunge, deci, în mod direct de la premisă la concluzie. Pentru corectitudinea acesteia, este esențial ca elementele supuse prelucrării cerebrale continui, care se desfășoară și atunci cînd problema nu este prezentă în planul conștiinței, să întrunească acele calități cerute de știință. În momentul cînd va fi găsită, soluția va fi furnizată prin aducere la lumină, întocmai ca de o mașină cibernetică programată. Intuiția se poate amplifica prin antrenament, ca urmare a creșterii vitezei proceselor asociative.

O modalitate de cunoaștere intuitivă specifică disciplinelor psihologice este empatia, prin care se realizează identificarea psihică cu altă persoană. Devine în acest fel posibilă înțelegerea și prevederea comportamentului său.

Unele laturi subconștiente ale creativității sînt cuprinse sub noțiunea de „fler științific", înțeles ca o capacitate particulară de orientare în activitatea de cercetare, tradusă prin sesizarea ipotezelor importante, selectarea faptelor mai fertile pentru descoperire, corectitudinea previziunilor. Această însușire constituie rezultanta întregului complex de aptitudini, înnăscute și perfecționate în procesul formativ, care realizează dotarea pentru cercetare. Ea se amplifică prin experiența individuală, ceea ce explică de ce atinge dimensiuni maximale la oamenii de știință cu îndelungi preocupări.

Scînteia trecătoare a intuiției nu valorează nimic prin ea însăși. Ideea bună pe care o luminează trebuie captată și utilizată creator. „Intuiția este oarbă, intelectul îi împrumută ochii", într-o imagine propusă de B. Croce. Nu elementele intuitive dau preț operelor, nu obscuritatea originii lor, ci „întîlnirea cu nevoile noastre și întrebuințarea cugetată pe care vom ști să le-o dăm", remarca un poet de sensibilitatea lui P. Valéry.

Scanned with OKEN Scanner

Aportul gîndirii raționale la creația științifică a fost relevat cu deosebire în etapa sa demonstrativă: „prin logică se demonstrează, prin intuiție se inventează" (103). Chiar în această ipostază, raționamentul asigură și operația de cenzură pe care o pretinde spiritul critic creator, selectează ipotezele cu un grad crescut de verosimilitate sau, cel puțin, de accesibilitate pentru studiu. Intervenția logicii la desăvîrșirea descoperirii intuitive este deci mai complexă. Ca modalitate concretă de intervenție, nu trebuie să avem în vedere doar silogismele sinuoase la care recurge adesea logica formală. Mai mult, așa cum remarcase încă de mult Leibniz, „forma scolastică a gîndirii este puțin folosită, fiind prea extinsă și încurcată". Pentru obținerea acurateții științifice, se aplică încă numeroase alte norme logice, fără neajunsul formulelor greoaie.

Un mare număr din descoperiri au fost realizate pe cale logică deductivă. Gîndirea conștientă își aduce astfel cea mai prețioasă contribuție. Descoperirea poate rezulta dintr-o judecată obișnuită, de bun simț, făcută cu luciditate. De exemplu, Harvey a postulat existența rețelei capilare pentru că nu observa nici o legătură vizibilă cu ochiul între artere și vene, deși logic nu putea să lipsească. Tot astfel, s-a admis existența unor animale fosile de tranziție între reptile și păsări, mai înainte ca Archaeopterix să fi fost descoperit. În același grup intră și descoperirile bazate pe analogie, știind că acest procedeu implică gîndirea conștientă.

Dezvoltînd deductiv ideea tabloului periodic al elementelor, Mendeleev a descoperit predictiv elemente care au fost abia ulterior identificate, procesul acesta continuînd și astăzi. Cu ajutorul calculelor matematice a fost descoperită planeta Neptun, în mod independent de Adams și Le Verrier (1846). Eroarea de calcul a fost de cîteva grade, privind direcția unde trebuia căutată cu telescopul. Într-o manieră asemănătoare a fost calculată în 1930 și existența planetei Pluto, indicîndu-se cu exactitate locul unde putea fi zărită. Cu ajutorul raționamentului matematic, sprijinindu-se pe teoria sa, Einstein a precizat devierea

Scanned with OKEN Scanner

razelor solare, cifra calculată fiind confirmată după cîțiva ani — cu prilejul eclipsei de soare din 1919 — cu o diferență de 1″75. Maxwell a anunțat existența undelor radio, descoperite apoi în laborator (generate de oscilatorul Hertz) și doar într-o altă etapă în natură. Alexandru Proca propusese, cu cîteva decenii mai înainte, o teorie a „fotonilor grei", aceștia fiind găsiți ca realitate abia recent, în experimente cu particule elementare efectuate la energii mari, și fiind cunoscuți ca „mezoni vectoriali". Cunoașterea structurii materiei a progresat în mare măsură pe cale teoretică, sub impulsul unor necesități raționale care indicau prezența unor particule fără ca ele să fi fost dovedite. Astfel, Dirac a prevăzut pozitronul, particulă pozitivă simetrică electronului, pe care a demonstrat-o mai tîrziu Anderson în condiții experimentale. Pauli a imaginat particula neutrino în 1930, identificată însă abia după 20 ani de către Cowan-Reines. Yukawa introduce în 1935 pionii pentru a explica interacțiunea dintre nucleoni, dar aceștia au fost regăsiți doar după 12 ani prin studii concentrate de C. T. Powell. Asemenea previziuni de mare exactitate sînt posibile doar în domenii unde acționează legități simple, fiind dimpotrivă cu totul dificile acolo unde înlănțuirile fenomenelor sînt mai complexe, cum se petrece în biologie. Evident că riscul de eroare va crește cu numărul condiționărilor și cu lungimea lanțului silogistic. Posibilitatea nu este totuși exclusă: C. Parhon a afirmat existența unei boli prin exces de hormon antidiuretic, contradicție logică a diabetului insipid, care este provocat de carența acestuia. Primul bolnav cu „sindrom hiperhidropexic" a fost observat mai tîrziu.

Rolul întîmplării în descoperire. Un mare număr din descoperirile științifice au fost efectuate în legătură cu observații neașteptate, provocate fără intenție de cercetător sau cu totul ocazionale. Condițiile prin care acționează în sens prielnic hazardul sau prin care, alteori exercită o influență negativă, sînt eterogene. Rolul său este foarte ușor de înțeles. Fleming, unul din beneficiarii „hazardului", explica astfel: „ca să se

Scanned with OKEN Scanner

nască o idee cu totul nouă, trebuie să se întîmple un eveniment. Newton a văzut căzînd un măr, James Watt a observat fierbînd un cazan, Röntgen a stricat niște plăci fotografice. Dar toți acești oameni erau pregătiți să traducă evenimente banale într-un limbaj nou". În asemenea împrejurări, creația științifică constă în sesizarea faptului semnificativ, prin care se ajunge la raționalizarea necesară pentru cunoașterea și înțelegerea cît mai deplină a sa. Meritul descoperitorului nu diminuă cu nimic. H. Selye atrage atenția: „majoritatea descoperirilor atribuite de obicei întîmplării, reprezintă de fapt rodul unei prodigioase puteri de imaginație, care discerne imediat multiplele aplicații generale ale unei observații incidentale".

Intervenția întîmplării în știință are loc în diferite conjuncturi. De cele mai multe ori este vorba, de fapt, despre un rezultat surprinzător al unor cercetări care urmăresc un alt scop. În acest fel, au fost descoperite razele Röntgen în seara zilei de 8 noiembrie 1895, în timp ce se studiau descărcările electrice în tuburi cu gaze rarefiate. Niște cristale de platinocianură de bariu prezente din întîmplare în laborator într-un anumit punct, au devenit fluorescente. Intrigat, Röntgen refăce experiența și se convinge că ori de cîte ori funcționa tubul, cristalele — împachetate în hîrtie — deveneau luminoase. După opt săptămîni a fost prezentată o comunicare asupra existenței „razelor X", care cuprindea un studiu sistematic asupra penetrabilității acestora prin toate materialele disponibile și în același timp, prima aplicație: radiografia mîinii. „Iată cîtă străduanie, cîtă muncă sistematică, cît spirit de observație bazat pe cunoștințe, cîtă meticulozitate pentru fiecare experiență în parte", exclamă W. R. Hess. Mai tîrziu, Becquerel a descoperit un nou tip de raze pe care le-a numit „raze de uraniu", plecînd de la cercetarea relației ipotetice dintre razele X și fenomenul de fluorescență. Prima constatare fusese că sărurile de uraniu iradiate cu o lumină solară vie emit raze Röntgen, dar curînd el a observat că emiterea de raze continuă chiar dacă sărurile nu erau luminate. Momentul întîm-

Scanned with OKEN Scanner

plător dar revelant a fost prezența unor plăci fotosensibile ambalate în vecinătatea sulfatului de uraniu cercetat. Impresionarea lor a semnalat emiterea de radiații penetrante. Pornind de aci, soții Marie și Pierre Curie au trecut la o investigare metodică a unei serii mai largi de minereuri, descoperind astfel „razele de thoriu" și apoi noi elemente cu radioactivitate mult mai mare, poloniul și radiul. Un capitol fundamental al fizicii se încheiase.

Pentru biologie este foarte ilustrativă descoperirea anafilaxiei de către Charles Richet, în timp ce testa acțiunea toxică a extractului din tentaculele stelelor de mare, căutînd doza toxică. Reinjectînd la un moment dat același animal, acesta moare în șoc, deși primise o cantitate extrem de mică. A presupus intervenția unor factori străini de experiență, continuînd totuși să urmărească fenomenul și să-l reproducă. A documentat în acest fel o reacție particulară a organismului la care, așa cum mărturisea, nu s-ar fi gîndit niciodată. Împrejurări apropiate l-au condus pe Pasteur la descoperirea vaccinării cu bacterii atenuate. În cursul unor cercetări asupra pestei găinilor, care necesitau transmiterea bolii prin inoculare, folosește din întîmplare o cultură prea veche. Păsările inoculate n-au murit, astfel, au fost ulterior reinjectate cu bacterii virulente. Spre surprinderea marelui savant, și această inoculare a rămas fără rezultat. În baza acestei observații a fost fundamentată, prin cercetări dirijate de această dată, noțiunea de creștere a rezistenței anti-infecțioase prin administrare prealabilă de bacterii cu virulență scăzută.

Rolul hazardului se reduce aici, ca și în multe alte descoperiri, la apariția unui fenomen surprinzător. Pentru sesizarea adevăratei sale valori, a fost însă nevoie de anumite premise și în primul rînd de receptivitatea cercetătorului, de curiozitatea și dorința de a-i pătrunde înțelesul pînă la capăt.

Întîmplarea poate fi alteori observată, nu în raport direct cu o anume cercetare, ci doar în mod conex cu activitățile generale de labo-

Scanned with OKEN Scanner

rator. Este, printre altele, exemplul lui Koch, care observă dezvoltarea de colonii bacteriene pe suprafața unei jumătăți de cartof fiert, care rămăsese din întîmplare de mai multe zile în laborator. Cum el se găsea tocmai într-un impas cu problema cultivării bacilului tuberculos, a găsit în această observație o sugestie care l-a condus la succes. Cea mai spectaculară descoperire creată în ambianța locului de cercetare, dar nu provoacă în mod direct, este probabil cea a penicilinei. Așa cum povestește A. Maurois, Alexander Fleming reflecta odată, studiind cîteva plăci cu geloză contaminate de mucegai: „Cum deschizi o cultură, dai de necazuri. Cad în ea atîtea lucruri din aer". Era o reacție pe care nenumărați alți bacteriologi o trăiseră resemnați și mai înainte. Fleming se deosebea însă de toți aceștia prin acuitatea cu care cugeta la fenomenul antibiozei, al distrugerii bacteriilor de către alți agenți vii. El era cel care descoperise lizozimul, într-o manieră aproape identică. Remarcînd modificările suferite de coloniile microbiene în jurul culturii de mucegai, a întrevăzut posibilitatea unei descoperiri „interesante". A urmat o perioadă de acerbă dăruire, de depășire a unor mari greutăți, pînă a demonstrat existența principiului activ cu efecte terapeutice. Întîmplarea a mai servit o dată aducerea în utilitate a penicilinei: interesul manifestat de cei doi cercetători din Oxford, Florey și Chain, care au izbutit să purifice și să stabilizeze penicilina, transformînd-o în medicament. Era în anul 1940. Această ultimă treaptă aplicativă lipsea descoperirii lui Fleming, din 1929.

Fenomene generatoare de descoperiri pot lua naștere chiar și prin *erori tehnice* în cursul cercetărilor. Nerespectarea normelor stabilite — din neglijență sau din nepricepere — a condus uneori la importante achiziții științifice. Pe o astfel de cale a ajuns Ringer la serul care îi poartă numele, folosit pentru perfuzarea organelor izolate, dar și în scopuri terapeutice. Studiind cu această tehnică funcția contractilă a inimii de broască, ce se menținea obișnuit o jumătate de oră, remarcă la unul din experimente că oprirea s-a făcut după mai multe ore. La-

Scanned with OKEN Scanner

borantul preparase lichidul de perfuzie cu apă de robinet în loc de apă distilată, ceea ce aducea o varietate mai mare de săruri minerale. Efectul narcotic al hormonilor steroizi a fost cunoscut ca urmare a injectării lor intraperitoneale, de către o laborantă neinstruită, la animale supuse unei experiențe care prevedea calea de administrare intramusculară (114).

În sfîrșit, întîmplarea favorabilă își merită alteori cu adevărat numele, cînd este complet *independentă* de activitatea de cercetare. Ea doar interferează cîmpul de recepție al unui om de știință, și acesta îi acordă valoarea cuvenită. Fiziologul Luigi Galvani privind odată picioarele de broască agățate de o sîrmă de fier, observă cum intermitent avea loc cîte o contracție a musculaturii lor. Analizînd ce se petrece, constată că mișcările se produc atunci cînd piciorul atinge o sîrmă de cupru, agățată și ea în același loc. Aici își are originea curentul galvanic, și într-o etapă superioară de dezvoltare — pila voltaică.

Observații de acest gen, se înscriu altă dată în orbita unor preocupări de durată, bine precizate, avînd doar rolul de a polariza gînduri insuficient cristalizate. Accidentul catalizează o reacție care se găsea în pregătire, ale cărei elemente existau deja. Numai gîndindu-se mereu la căile de a măsura densitatea obiectelor, a putut Arhimede să descopere legea imersiunii corpurilor cu prilejul unei lipsite de intenții științifice... băi. Doar preocupat de problema gravitației a formulat Newton legea atracției universale, plecînd de la simpla cădere a unui măr, observată de secole, dar de data aceasta de un spirit capabil să-i înțeleagă mecanismul. După un astfel de exemplu analogic au fost efectuate nenumărate descoperiri și invenții. Mașina de zburat a lui Leonardo da Vinci imita mișcarea de aripi a păsărilor. Pendulul lui Galilei a rezultat după 50 de ani de reflexiuni asupra balansării candelabrului de la catedrala din Pisa, fenomen intuit ca soluție pentru măsurarea timpului atunci cînd marele savant avea 18 ani. Podul suspendat a fost construit de Samuel Brown după modelul unei pînze de păianjen în-

Scanned with OKEN Scanner

cărcată cu rouă, observată de-a curmezișul unui drum, tocmai cînd el era preocupat de soluția unui pod ieftin peste Tweed. James Watt a inventat mașina cu vapori după ce gîndise la posibilitatea de a folosi energia care face să se ridice capacul unei oale în fierbere.

Hazardul influențează adeseori în *sens negativ* activitatea de cercetare. Condiționări extrinseci de cea mai eterogenă natură pot deraia experiențele, pot introduce indici de eroare ignorați, pot falsifica rezultatele. Cunoașterea poate fi frînată uneori pentru lungi intervale. Cercetarea trebuie de aceea să aibă în vedere asemenea influențe și metodologia științifică prevede măsurile de precauție necesare, atît în observație cît și în experiment, duse de multe ori pînă la obținerea nu numai a probei, ci și a contraprobei. Istoria medicinii cunoaște, în acest sens, unele exemple dramatice prin consecințele lor. Astfel, într-o perioadă cînd se disputa concepția unicistă cu cea dualistă în etiologia celor mai frecvente boli veneriene, Hunter a imaginat un autoexperiment hotărîtor: autoinocularea cu produse patologice de la un bolnav cu gonoree. Neștiind că acesta suferea de fapt și de lues și contaminîndu-se cu ambele infecții, a ajuns la concluzia eronată a originii lor comune. Întîmplarea a produs un handicap și bacteriologului japonez Noguchi, care, izolînd o spirochetă de la un bolnav cu leptospiroză, a crezut că a descoperit agentul cauzal al unei afecțiuni ce făcea ravagii în orient, febra galbenă. Rezultatele sale au orientat în mod greșit cercetările pentru un timp, ceea ce i-a creat un sentiment de culpă care l-a condus la sinucidere.

Întîmplarea trebuie deci privită ca un factor accidental care poate acționa fie în sens pozitiv fie în sens negativ asupra creației științifice. Norocul, ca și nenorocul, își are rolul lui într-o cercetare. Dar, „acel pretins hazard n-a fost mai adesea decît ocazia de care geniul a știut să profite", atrăgea atenția S. Smiles în a sa celebră odinioară, „Self-help". El favorizează doar îndeplinirea unor descoperiri care, mai tîrziu, ar fi putut fi realizate și fără intervenția sa. A acorda întîmplării rol deter-

Scanned with OKEN Scanner

minant, înseamnă a reduce cercetarea științifică la o tatonare haotică și a o transforma într-o așteptare pasivă a acesteia. În realitate, „norocul", invocat cu modestie de unii oameni de știință, înseamnă „apariția în cursul unei munci tenace de investigare a unui concurs de împrejurări favorabile pe care aceștia l-au putut exploata și stăpîni (3). „Întîmplarea favorizează numai o minte pregătită pentru a o recepționa" precizase tranșant L. Pasteur. În acest fel privită, nici celebritatea nu este o chestiune de „noroc". Ea aparține celor înarmați, avînd un spirit activ, pregătit prin eforturi sistematice, condiție sine qua non ca fiecare întîmplare „norocoasă" să se transforme într-o realizare (Ch. Higgins, 98). Numai atunci întîmplarea devine descoperire, cînd se petrece în ambianța unei activități raționale de cercetare, cînd este sesizată ca semnificație și cînd este fundamentală.

Cercetarea sistematică — premisă fundamentală a descoperirii. Privite în ansamblu, cele mai numeroase descoperiri au rezultat dintr-o activitate deliberată, sistematică, și nu din intuiri sau observații accidentale. Ele s-au dezvoltat ca urmare a unei activități condusă pas cu pas și transmisă din generație în generație. Nu se poate crea, nici în știință dar nici în artă, fără o preocupare susținută față de o anumită problemă. Dacă este adevărat că a căuta înseamnă a găsi, atunci vom admite și corolarul „a cerceta înseamnă a descoperi". Doar angajat activ într-o arie a activității de cercetare, fără a conta pe întîmplare, ai posibilitatea de a fi servit de aceasta la un moment dat. John Hunter îl sfătuia pe Ienner, într-un moment cînd se îndoia de utilitatea studiilor sale asupra vaccinei: „nu cugeta, ci încearcă, mai cu seamă fii răbdător și exact", incitîndu-l astfel la atitudine activă creatoare, opusă celei de nehotărîtă reflexie. Este singura conduită care deschide perspectiva descoperirii. „Cît despre cei ce pretind că se poate reuși într-o direcție fără trudă și fără muncă, sînt niște otrăvitori de oameni", afirma cu indignare marele Franklin.

Scanned with OKEN Scanner

Nici o rezervă nu se mai opune consensului că „pentru interesul tuturor trebuie să sprijinim în mod activ descoperirea, înlesnind cercetarea". Caracterul predominant de echipă al acesteia, în epoca noastră, ridică însă cu acuitate problema descoperirii colective, ca noțiune. Un chimist de valoarea lui Chain, membru al grupului care a preparat ca medicament penicilina, își exprima părerea: „munca în echipă este importantă pentru dezvoltarea unei idei cunoscute, dar nu cred că o echipă să fi dat vreodată naștere unei idei noi". Sub acest raport, chiar dacă sîmburele intuitiv sau rațional care stă la baza descoperirii aparține unei singure minți, acestuia i se adaugă însă repede, noi idei, printr-un fenomen de aglutinare cunoscut de toți cei care își frămîntă și își stimulează laolaltă gîndurile, ducînd pînă la urmă, solidar, la obținerea produsului finit, de valoare. S-ar putea invoca nenumărate exemple de realizări care născînd din ipoteza emisă de un anume cercetător, au devenit realități doar prin concursul ideativ al altor membri din echipă. Fără a mai menționa importanța considerabilă a contactului cu alte spirite științifice pentru gîndirea creatoare.

Se impune a lua în considerație și faptul că, de regulă, fiecare ipoteză creatoare se integrează în continuitatea gîndirii colective a omenirii. În acest fel, privită în ansamblul condiționărilor sale, descoperirea este doar parțial operă izolată. Prin premisele sale ea este mai mult sau mai puțin izvorîtă din cercetările întreprinse de alții și apare ca rezultat al unei activități organizate. Prin această înlănțuire continuă, descoperirea cîștigă progresiv în importanță. Descoperirea atrage descoperiri.

Scanned with OKEN Scanner

PRINCIPII EURISTICE

S-a hiperbolizat mult în trecut importanța inspirației intuitive în descoperire și poate că, într-o epocă dominată de inițiativa spontană în știință, cînd doar talentele viguroase ajungeau să finalizeze eforturile lor, aceasta să fi fost în mod real situația. Cercetarea științifică poseda multe din elementele unei arte, de fiecare dată configurîndu-se altfel, prea puțin reproductibilă pentru a putea fi controlată prin reguli. „Nu știu cum mă vede pe mine lumea, dar mie mi se pare că sînt un copilaș care se joacă pe malul mării și se amuză căutînd din cînd în cînd o scoică frumoasă sau o pietricică mai colorată decît de obicei, în timp ce marele ocean al adevărului se întinde necunoscut în fața sa“ — mărturisea Newton, exprimînd admirabila umilință pe care o încerca el, deși gigant al spiritului, față în față cu necunoscutul. Calea artizanală și capricioasă a descoperirii, făcută cînd și cînd, a încetat de a fi actuală și, rămînînd în același plan metaforic, știința de azi ar recurge la un sistem automatizat grație căruia ar selecta metodic toate pietricelele de oarecare interes pentru progresul său. Este trecerea la faza științifică și industrială a descoperirii.

Există un grad de adevăr în ideea formulată de fondatorul biologiei experimentale, Claude Bernard: „un savant nu știe cum descoperă un adevăr“. Și tot astfel, „va fi totdeauna dificil, în oricare ramură a cunoașterii, să descriem cu oarecare fidelitate metoda urmată de inven-

Scanned with OKEN Scanner

tatori", cum apreciază Ch. Hermite. „Geniul acționează în concordanță cu anumite reguli, fără să știe că există reguli" (84). Dar, în ansamblu, dezvoltarea științei este realizată în mai mare proporție prin contribuția cercetătorilor obișnuiți care urmează să fie pregătiți pentru această operație. Este ceea ce admitea însuși Newton, atunci cînd urmărea să transmită altora învățăturile la care ajunsese: „deși este dificil să dai precepte generale într-un astfel de domeniu, și fiecare trebuie să se călăuzească în aceste operații după propria sa măiestrie, mă voi strădui totuși să indic începătorilor calea de urmat". Au fost sistematizate progresiv tot mai numeroase norme, derivate din analiza unor descoperiri anterioare. Adoptarea unei concepții filozofice materialist-dialectice, introducerea principiilor de cauzalitate, sistematizarea gîndirii după regulile logice și în conformitate cu unele principii cibernetice, converg toate spre crearea unui sistem de reguli ale descoperirii. În prezent s-a constituit o adevărată știință a descoperirii și a invenției: **euristica.** Aceasta cuprinde numeroase metode care favorizează creația originală; niciuna însă, nu poate fi considerată o cheie universală, rețetă infailibilă cu aplicabilitate în toate condițiile. Specificul fiecărei cercetări întreprinse — ca domeniu sau ca etapă a activității — și particularitățile psihologice ale cercetătorului determină alegerea soluției optimale. Discutînd deci principiile euristice, vom vedea în ele un îndreptar orientativ și nu formule gata confecționate pe care le extragem dintr-un fișier, atunci cînd ne propunem să facem o descoperire. „Oricît de talentat ar fi un tînăr, el nu se poate așeza la masă forțîndu-se să descopere un fapt original" (114). Realitatea unor astfel de norme explică de ce activitatea de cercetare a devenit tot mai metodic organizată, colectivă de cele mai multe ori, și de ce descoperirile cele mai importante din ultimele decenii au fost obținute aproape totdeauna pe această cale.

Datorăm lui Descartes prima **„metodă pentru a căuta adevărul în**

Scanned with OKEN Scanner

științe“ (1637). Preceptele formulate de el* își păstrează și astăzi pe deplin valoarea:

1. „A nu primi niciodată vreun lucru drept adevărat, dacă nu știu în mod evident că este adevărat, adică de a evita cu grijă precipitarea și prejudecata“ (deci: a considera adevărat numai ceea ce este verificat de judecata noastră drept rezultantă a unor procedee corecte!).

2. „A împărți fiecare din dificultățile pe care le-aș examina, în atîtea părți în cîte s-ar putea și cîte ar fi nevoie pentru a le rezolva mai bine“ (deci: a diviza problema dată în probleme mai mici, care să fie accesibile cercetării!).

3. „A-mi conduce în ordine gîndurile, începînd cu obiectele cele mai simple și mai ușor de cunoscut, pentru a mă ridica puțin cîte puțin, ca pe niște trepte, pînă la cunoașterea celor mai complexe“ (deci: a rezolva problemele de la simplu la complex!).

4. „A face peste tot enumerări atît de complete și revizuiri atît de generale, încît să fiu sigur că n-am omis nimic“ (deci: a fi sistematici și integrativi!).

Acestui succint cod se cuvine să-i adăugăm și cîteva din cele douăsprezece „reguli pentru îndrumarea spiritului“ pe care filozoful le elaborase anterior. „Trebuie să ne îndreptăm numai spre acele obiecte pe care spiritul nostru pare că este în stare să le cunoască în mod cert“ (regula II). „În obiectele propuse nu trebuie să cercetăm părerile altora sau propriile noastre presupuneri, ci ceea ce putem intui clar și evident sau ceea ce poate fi dedus în mod cert“ (regula III). „Pentru întregirea științei e necesar ca gîndirea să străbată, printr-o mișcare continuă și nicăieri întreruptă, toate lucrurile în amănunt și să le îmbrățișeze printr-o enumerare suficientă și ordonată“ (regula VII).

---

* Expunerea lor în forma în care au fost enunțate vrea doar să fixeze un moment important în istoria științei. Bacon, Mill și cu deosebire filozofia materialist-dialectică au contribuit la realizarea unei înțelegeri mai exacte.

Scanned with OKEN Scanner

Metodei raționaliste propuse de René Descartes i se opunea cea inductivă a lui Bacon. Ambele fac recomandări unilaterale, depășite de conduita omului de știință contemporan. Rămîn valabile pentru aria circumscrisă la care se referă, din procesul cunoașterii.

Creșterea progresivă a științei, din descoperire în descoperire, de-a lungul unui filon fecund, se poate face în diferite moduri. Uneori cercetările sînt extinse continuativ, „prin evoluție". Rezultatul obținut devine la rîndul său premisă pentru investigații viitoare. Altădată cercetarea se abate într-o direcție care apare mai fructuoasă; este dezvoltarea „prin deviere". O cale intermediară este cea a modificărilor minore ale ideii fundamentale, dezvoltarea „prin transformare". Acestea sînt modalități specifice cercetării de dezvoltare și aplicative; asigură extinderea în trepte mici a cunoștințelor. Problema devine cu mult mai complexă în cercetarea fundamentală, unde saltul implică deseori discontinuități în înțelegere și unde stabilirea direcției de explorare poate rezulta doar din producerea unui număr mai mare de variante. Cu deosebire în acest domeniu se resimte nevoia de soluții inventive. Progresele în cunoașterea științifică sînt atît de greu realizabile încît orice stratagemă care s-a dovedit utilă, trebuie folosită.

În conduita cercetătorului distingem cîteva **reguli de control,** în denumirea sub care le recomandă Leclercq: a acumula suficiente noțiuni, solide și variate, bine schematizate și construite; a le întreține prin revizuiri critice frecvente; a întreține spiritul creației prin exerciții constante; a depolariza creierul frecvent, prin incursiuni în alte domenii și prin discuții; a pune problemele într-o manieră științifică; a încerca să le rezolvi în mai multe reprize; a alterna efortul mintal conștient cu munca subconștientă, după ritmul individual ideal, pînă la suficienta polarizare a gîndirii asupra problemelor; activitatea conștientă trebuie să fie de intensitate maximă, atît timp cît permite capacitatea de efort;

Scanned with OKEN Scanner

a lăsa gîndurile să se maturizeze cu răbdare; a reveni de numeroase ori asupra subiectului şi, dacă o merită, chiar toată viaţa; a verifica totdeauna prin raţiune ceea ce a fost descoperit. Este vorba, într-o exprimare sintetică, de respectarea tuturor condiţiilor care participă la stimularea capacităţii de creaţie, căutînd să se utilizeze ambele căi prin care se poate ajunge la descoperire, cea raţională-conştientă şi cea intuitivă.

O principală resursă a descoperirii în ştiinţă, derivată dintr-o anumită atitudine intelectuală, este **problematizarea** neîncetată. Întrebările bine puse îndeplinesc un rol euristic care trebuie utilizat, deoarece, „o întrebarea clară este pe jumătate rezolvată". Se vorbeşte despre o adevărată artă de a pune întrebări în activitatea de cercetare, în acestea ascunzîndu-se potenţial însemnate descoperiri. „Ştiinţa trăieşte din soluţiile succesive date unor de ce -uri din ce în ce mai subtile, din ce în ce mai apropiate de însăşi esenţa fenomenelor", observa Pasteur. Pe această cale se poate ajunge la noi date privind cele mai variate aspecte ale realităţii: relaţii cauzale (cine?), mecanisme de acţiune (cum?), circumstanţe (unde? cînd?), evaluări cantitative (cît?), desfăşurări dinamice (ce variaţii?) etc. Orientat de astfel de semne de interogaţie, cercetătorul are posibilitatea să adîncească în mod sistematic cunoştinţele, fără lacune. O atenţie particulară trebuie acordată şi contradicţiilor sesizate, ele însăşi fiind generatoare de noi probleme. Este dimpotrivă cu totul neprielnică minimalizarea disocierilor care se ivesc şi tendinţa de aliniere a faptelor la o teză prestabilită. Dintre numeroasele descoperiri rezultate din contradicţii flagrante între teorie şi fapt, ar putea fi invocată aci descoperirea hormonului pancreatic antagonist insulinei, glucagonul: primele extracte pancreatice de la care se aştepta o acţiune hipoglicemiantă, s-au dovedit în realitate a exercita un efect contrariu. Cercetările izvorîte din această nepotrivire au permis izolarea noului hormon, necunoscut pînă atunci.

Scanned with OKEN Scanner

Un alt procedeu euristic cu aplicabilitate largă este **„limbajul figurilor"**, reprezentarea vizuală a ideilor. Transpunerea conceptelor în figuri geometrice, precipitarea gîndirii cu ajutorul unor scheme simbolice simplificate sau chiar numai simpla stimulare a concentrării atenției, prin desen, sînt modalități care se încadrează acestuia. În domeniul descoperirilor abstracte, ca cele aparținînd de exemplu fizicii teoretice, ca și în cercetarea prin excelență observațională, metoda s-a arătat foarte fecundă. Se cunoaște, printre altele, exemplul lui Maxwell, care situa secretul succeselor sale în „picturile private", cum denumea el imaginile simbolice pe care le schița atunci cînd era urmărit de o idee.

Cîteva principii euristice importante vizează **ipoteza de lucru.** Cu cît zona investigată este mai puțin studiată pînă în acel moment, cresc șansele de a se realiza descoperiri. „Străduiește-te ca la fiecare pas să examinezi ceva nou, un colțișor încă neexplorat, iar în tot ceea ce examinezi, străduiește-te să sesizezi vreo sugestie utilă", recomandă G. Polya. În acest sens, adoptarea unei teorii științifice noi sau folosirea unei metode de explorare noi, devin determinante, așa cum rezultă din exploziile de cunoștințe care succed introducerea în cercetare a unor puncte de vedere sau tehnici de lucru profund originale. În modul de abordare al problemei, îndemnul lui Ch. Richet s-a dovedit foarte fertil: „abordează problema din partea cea mai simplă, mergi drept la problemă pe drumul cel mai scurt". Este cea mai recomandabilă formă de strategie a cercetării, pentru perioada stabilirii metodei. Alegerea căii pe care o vom urma în activitatea noastră ține seamă de cîteva reguli de preferință: mai-puțin-dificilul are prioritate față de mai-dificilul, mai-familiarul are prioritate față de mai- puțin-familiarul (84).

Metoda variațiilor este una din cele cu utilizare mai largă, în absolut toate domeniile științei. Prin repetate încercări care se succed, cu variații esențiale sau neînsemnate față de căutările anterioare soldate cu eșec, se străbate pînă la urmă labirintul necunoașterii (fig. 5). Variațiile metodice privesc concepția teoretică, tehnica, materialul sau cir-

Scanned with OKEN Scanner

cumstanțele în care se efectuează cercetarea. Își găsesc cea mai convingătoare aplicație în experimentul cu o variabilă, dar și în cel complex, pluricondiționat. Asemenea încercări sînt impuse în primul rînd de cercetarea ale cărei rezultate nu sînt de loc previzibile și care presupune deci explorarea tuturor laturilor, pînă la găsirea elementului semnificativ.

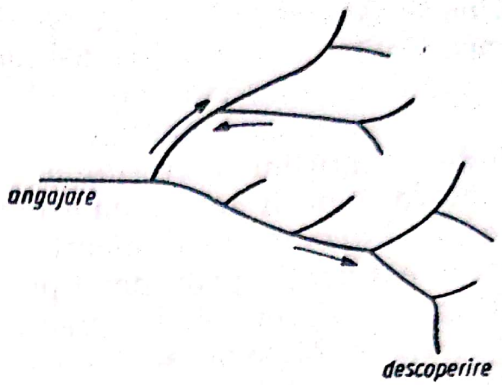


Fig. 5. Reprezentarea simbolică a mersului activității în descoperire: „încercări, încercări, impasuri și drumuri laterale“ (după G. Polya, 84, modificat).

Stimularea asociațiilor de idei exercită, la rîndul său, un rol propulsor de primă importanță. Se realizează prin continuitate. (în spațiu sau timp), prin similitudine sau prin contrast. Trebuiesc folosite toate modalitățile pentru a deplasa conceptele noastre spre saltul care marchează descoperirea. Cele mai euristice corelații se realizează prin intermediul analogiei. Examinînd un anumit domeniu în lumina datelor obținute prin explorarea altora sau tratînd o problemă după modelul care în alte circumstanțe a permis rezultate originale, creăm posibilitatea reproducerii acelorași performanțe. Analogia este la fel de utilă sub aspectul elementelor comune ca și al celor diferențiale pe care le implică.

În stabilirea metodei de cercetare se recurge frecvent la **izolarea unui fenomen** din contextul său pentru a-l studia „în formă pură“ (metoda fenomenologică). Această singularizare asigură concentrarea asupra detaliului și evidențierea sa ca individualitate. Presupune divizarea complexului de fenomene cercetat, operație care poate întîmpina însă mari dificultăți. În orice caz, recombinarea și sinteza elementelor analizate în prima etapă se impune pentru toate descoperirile de am-

Scanned with OKEN Scanner

ploare. Așa se explică de ce finalizarea acestora este precedată, de fiecare dată, de o muncă asiduă minuțioasă, care mai întîi descompune, pentru a reconstrui apoi din nou obiectul sau fenomenul studiat.

Au fost sistematizate și numeroase alte metode, printre care **metoda pragurilor** (determinarea unui fenomen cu ajutorul altuia opus), **metoda zonării intermediare** (explorarea unui domeniu necunoscut, cuprins între două domenii cunoscute), **metoda reciprocității** (căutarea unei explicații prin presupunerea unei simetrii cu influență reciprocă) (după R. Feron, J. Chouleur și A. Moles, în transcrierea lui P. Apostol, 4). În biologie se recurge frecvent la **metoda teratologică,** prin care normalul este studiat în confruntare cu aspectele patologice. **Metoda dezordinii experimentale** a devenit clasică prin utilizare și constă din introducerea unor influențe extrinseci cu înregistrarea efectelor pe care le generează.

Metoda **„brainstorming"** (= asalt de idei) constă din enunțarea spontană, degajată, a unui număr cît mai mare de idei și opinii, fără a le evalua critic. Metoda a fost propusă pentru grupuri de participanți, dar este utilizată de mulți cercetători în activitatea individuală. Într-o a doua etapă, toate aceste idei formulate anterior și înregistrate, sînt supuse controlului rațional, clasate și ordonate, respinse sau dezvoltate, după caz.

O zonă restrînsă de utilitate, interesînd cu deosebire fenomenul sociologic, prezintă **metoda incompetențelor.** Aceasta constă din colectarea unor păreri emise de nespecialiști în legătură cu obiectul cercetării. Pe baza lor, după o analiză științifică, se formulează problemele care urmează să fie rezolvate sau se caută soluționări.

Pentru cercetarea unei mulțimi cu volum mare se recurge la **eșantionaj,** după norme statistico-matematice bine codificate. Urmărirea evoluției cronologice a unor fenomene este posibilă prin **marcarea** unor elemente care le reprezintă.

Conceptul care orientează cercetarea poate fi potențat sau restruc-

Scanned with OKEN Scanner

turat prin **transfer** de la un domeniu la altul, sau prin combinarea unor teorii existente pentru a crea alta nouă. Menținerea la curent cu toate achizițiile principale ale științei asigură **revizuirea** periodică a ipotezelor și reformularea lor prin prisma unor date mai complete. Se menține astfel vitalitatea creatoare a omului de știință.

Extrapolarea reprezintă o metodă mult folosită, și în domenii accesibile în mod direct investigației, dar specifică pentru prospectarea viitorului. Previziunea științifică (extrapolarea predictivă) stă la baza unei noi științe în constituire, futurologia.

Departe de a putea fi încheiată, enumerarea metodelor, care facilitează descoperirea, trebuie să facă referire și la importanța euristică a cercetării sistematice. Preocuparea susținută față de o anumită problemă constituie nu numai premisa indispensabilă a cunoașterii noului, ci și resursa permanentă a inventivității. Studierea repetată a unor documente induce concentrarea gîndirii din care va naște ideea creatoare. Întregul interval de observație oferă timpul de gîndire care pregătește ecloziunea descoperirii. Toate descoperirile pornesc în mod necesar de la observarea unui fapt nou, a cărui semnificație o urmărim (16). Observație sau experiment, efectuate pe cale directă sau mediate de un model, ambele reprezintă condiția faptică pe care se sprijină intuiția sau gîndirea conștientă. În mod cu totul particular se cere cultivată meditația. Ne ajutăm pentru sporirea eficienței sale de diversele procedee verificate, tinzînd spre dobîndirea obișnuinței care definește profilul intelectual al omului de știință. Căile prin care se ajunge la descoperire sînt deci extrem de variate.

Momentul propriu-zis al creației poate fi dominat de invenția intuitivă, o activitate care scapă controlului gîndirii conștiente. Altădată, însă, rolul hotărîtor revine gîndirii raționale, ceea ce justifică orice străduințe pentru perfecționarea acesteia. Pentru a obține capacitatea de a descoperi se cer multiple aptitudini. O condiție fundamentală care înlesnește realizarea acestui deziderat, rămîne cu certitudine deprinde-

Scanned with OKEN Scanner

rea unui **sistem organizat de a acționa.** Spiritele metodice au, în acest sens, mai multe șanse de a izbuti decît cele confuze, caracterizate prin idei lipsite de direcționare și coerență. Fiecare cercetător își realizează prin exercițiu un stil propriu de activitate. Nu toți descoperitorii procedează în aceeași manieră, nici chiar atunci cînd rezultatele obținute sînt identice.

Perfecționarea este atinsă prin ucenicie și cu deosebire prin acțiuni autocontrolate. Se știe că tot ceea ce ai fost nevoit să descoperi singur, lasă în minte o urmă, pe care poți păși din nou cînd se ivește necesitatea, așa cum remarcă plin de finețe, G. C. Lichtenberg. Personalitatea cercetătorului este hotărîtoare în alegerea drumului de urmat și în maniera particulară de asamblare a diverselor procedee euristice, concordant cu specificul domeniului explorat și cu momentul dinamic al cercetării. Evident că momentul subiectiv reprezentat de talent nu poate fi absolutizat și desprins de condițiile obiective ale creației. La realizarea descoperirilor științifice contribuie în importantă măsură, pe lîngă „factorul cercetător", și însăși problematica abordată sau mijloacele utilizate pentru soluționarea ei.

Scanned with OKEN Scanner

DINAMICA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE

Activitatea sistematică de cercetare se prezintă în desfășurarea ei ca un proces complex cu o dinamică vie, alcătuit din faze succesive cu particularități bine diferențiate. Prin alegerea unei teme de lucru și prin stabilirea modalității de a o aborda, omul de știință se angajează pe o traiectorie ai cărei parametri nu-i poate, de cele mai multe ori, prevedea. Deși schematic, putem face o diferențiere între momentul inventiv care furnizează o anumită idee originală și perioada de investigație metodică și rațională care o succede; în realitate cele două laturi ale cercetării se împletesc fără întrerupere, pînă la finalizarea sub forma rezultatului acceptat. În acest fel, activitatea de cercetare reflectă în întregul ei ansamblu dialectica cunoașterii, străbate faza de acumulare a faptelor concrete și apoi pe cea a trecerii de la singular și particular la general și universal. I. P. Pavlov schițează astfel tactica descoperirii: „știința atacă elementul complex urmărindu-l parțial și fragmentar, dar îl cuprinde treptat, din ce în ce mai mult". Această luare în posesie a unui cîmp limitat din realitatea obiectivă, este urmată de saltul la teoria științifică. Fiecare treaptă a cunoașterii necesită participarea întregii capacități creatoare a celui care o efectuează.

În modul de a conduce cu succes activitatea de cercetare se recunoaște o adevărată *strategie și tactică,* definită de strînse analogii cu cea de multă vreme studiată, a cuceririlor militare. Este și aci vorba de

Scanned with OKEN Scanner

o luptă, lupta cu necunoscutul, condusă atît din perspectiva programării de ansamblu (strategia), cît şi sub cel de al doilea aspect, al planului detaliat (tactica). Progresul în cercetare este de cele mai multe ori dificil, fiind îngreunat în mod neprevăzut de numeroase obstacole sau ameninţat de erori. Reguli unitare, în legătură cu modul de a conduce activitatea, ar fi imposibil de formulat. Şi aici însă, asimilînd experienţa unor cercetări de tip asemănător dar cu deosebire printr-un proces îndelungat de formare, se dobîndesc aptitudinile care conferă eficienţă cercetătorului. Arta acestuia, înţeleasă ca puterea de a găsi soluţia optimă pentru fiecare conjunctură, fără stereotipie şi manierism, constă nu numai în formularea ipotezei ci şi în modul de a conduce cercetarea. Talentul de a depăşi impasurile şi de a orienta mereu căutarea în domenii fertile, imprimă activităţii nu numai originalitate, ci şi frumuseţe şi eleganţă. Cercetarea primeşte astfel amprenta individualităţii creatorului. Ea evoluează pe un teren în mare parte necunoscut, cu faze de desfăşurare greu de precizat dinainte şi trebuie, din acest motiv, să fie condusă cu discernămînt şi suplețe, fiind mereu adaptată posibilităţilor de descoperire ce i se deschid. Direcţia explorării este modificată adesea după o linie sinuoasă, pentru a menţine în aria investigaţiei filonul fecund care deschide cîmpul spre descoperire.

Schiţă de periodizare a cercetării. Punctul de plecare este marcat de fixarea problemei şi consecutiv, de orientarea organizatorică şi metodologică spre rezolvarea acesteia. Etapa cuprinde asigurarea condiţiilor materiale: forţe de muncă, fonduri băneşti, aparatură, noi achiziţii de materiale, stabilire de colaborări şi alcătuirea echipelor etc. În paralel se stabileşte metoda de cercetare şi se programează loturile de studiat, experimentele. Operaţia de recoltare a datelor originale constituie miezul întregii activităţi. Urmează apoi sistematizarea acestora şi prelucrarea matematică şi grafică, indispensabilă pentru pătrunderea semnificaţiei lor. Etapa finală corespunde sintezei teoretice şi indicării posibilelor aplicaţii ale contribuţiei aduse.

Scanned with OKEN Scanner

Într-o analiză minuțioasă întreprinsă de W. C. Schluter se diferențiază 15 *etape* care, în mod schematic, se succed cu regularitate, chiar dacă nu totdeauna ne apar evident: 1. alegerea temei, 2. fixarea cîmpului de referință (domeniu de fapte, evenimente, sisteme), 3. întocmirea bibliografiei, 4. punerea și definirea problemei (scopul exact al cercetării), 5. stabilirea componentelor problemei (părțile, subproblemele), 6. ordonarea sau clasificarea elementelor problemei după anumite criterii, 7. stabilirea faptelor și a interpretărilor de care se dispune în momentul inițial, 8. evaluarea datelor faptice și teoretice existente în legătură cu problema pusă, 9. formularea ipotezei asupra soluției posibile, 10. selecționarea unor date și informații noi, 11. sistematizarea și ordonarea noilor date dobîndite, 12. analiza și interpretarea lor pe baza ipotezei formulate, 13. organizarea datelor vechi și noi necesare pentru expunerea rezultatelor cercetării, 14. selecționarea citatelor, a referințelor și a notelor necesare pentru expunere, 15. redactarea expunerii asupra cercetării efectuate (3). Regăsim enunțate secvențial toate principalele preocupări pe care le solicită cercetarea științifică, pînă la finalizarea ei sub forma lucrării încheiate.

Într-o sistematizare sintetică, P. Apostol (3) diferențiază următoarele *operații fundamentale* ale cercetării, pe care le exprimă într-un limbaj cibernetic:

1 Fixarea informației inițiale și stabilirea scopului, a modelului-ipoteză.

2. Întocmirea unei variante de ipoteză inițială care poate fi optimizată cu ajutorul unui proces de „învățare".

3. Achiziționarea de informații noi despre modelul-ipoteză.

4. Transferarea consecințelor care rezultă din modelul-ipoteză asupra obiectului: obiectul se consideră ca și cum ar avea comportamentul presupus în acesta.

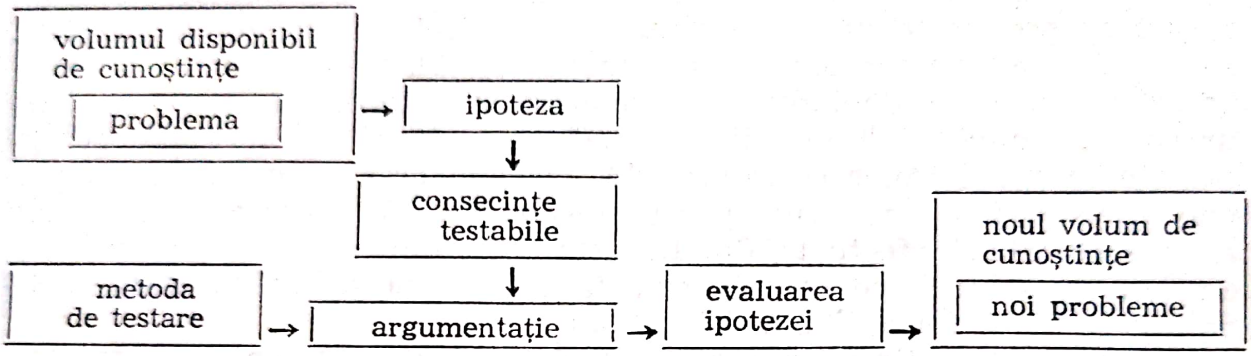
5. Verificarea experimentală sau logică a validității transferului de informație efectuat asupra obiectului.

Scanned with OKEN Scanner

6. Compararea rezultatelor verificării cu scopul stabilit al cercetării și decizie asupra alternativei.

7. Încheierea cercetării, fixarea rezultatului final.

De la volumul de cunoștințe existent, care cuprinde prin incompletitudinea cunoașterii probleme de rezolvat, se ajunge la noi cunoștințe și implicit, la noi probleme. Mario Bunge (23) reprezintă *ciclul operațiilor succesive* din activitatea de cercetare sub forma următoarei scheme:



Cercetarea ne apare ca un sistem instruibil dinamic, de mare plasticitate și adaptabilitate (3). Acesta poate fi — și trebuie — optimizat în tot cursul desfășurării sale. În conformitate cu rezultatele obținute, în fiecare moment al cercetării se revine asupra punctului de plecare pentru perfectarea direcției și a metodei. Cicluri succesive interferate astfel pe durata cercetării conduc eficient, atunci cînd sînt reglate de un scop principal stabil, la soluția urmărită.

Problemele planificării în cercetarea științifică. Mulți dintre descoperitorii al căror nume este reținut de istoria științelor au procedat în activitatea lor prin proiectarea unor programe foarte riguroase de observație sau experimente. Chiar dacă acestea au fost modificate în funcție de constatări, și-au conservat funcția orientativă și dinamizatoare. În

Scanned with OKEN Scanner

epoca contemporană, prin amplitudinea socială pe care a atins-o cercetarea științifică, prin instituționalizarea ei și integrarea inevitabilă într-un sistem organizatoric și economic, problema planificării nu mai poate rămîne o variabilă dependentă de dispoziția și inspirația individuală, ci devine un imperativ. Se păstrează poate, în mod izolat, mirajul atrăgător al creatorului independent, stăpînit de scăpărările geniului său, spontan și exploziv, imposibil de zăgăzuit în energia sa. Chiar avînd în vedere asemenea disponibilități creatoare de rară excepție și cu deosebire dacă ne referim la activitatea normală de cercetare, metodică și continuativă, nu le putem concepe în afara unui substrat organizat, prevăzut deci din vreme și realizat în termene oportune. Este știut că orice activitate umană poate fi planificată și cercetarea nu face excepție. Ne găsim astăzi într-o perioadă cînd s-au acumulat prea numeroase argumente care justifică planificarea în cercetare pentru a mai fi necesară o pledoarie. Mai mult, s-au precizat chiar termene de timp care trebuie să preceadă cu regularitate anumite tipuri de cercetare pentru a-i garanta eficiența. „În cadrul unei economii tehnologice, cîștigă acei care au planificat cu perspicacitate acum 5—15 ani, au administrat cu grijă și au muncit din greu“ spune L. G. Cook. Într-o accepție unanimă, pentru procesul de introducere a noului trebuiesc asigurate prevederi din timp. În tehnică, înnoirea bazei atrage ulterior ameliorarea performanțelor. Nevoii obiective de dezvoltare planică progresivă a cercetării și de îndeplinire a obiectivelor majore, care solicită investiții sociale considerabile, îi corespunde elaborarea planului științific de stat, cu diferitele sale compartimente, potrivit semnificației și importanței temelor.

Planificarea cercetării are un specific derivat din caracterul creator al activității. Standardele din activitatea productivă, activitate de reproducere a unui model bine verificat, nu pot fi preluate și aplicate în acest domeniu. Este esențial să se facă distincție între ce se poate planifica și ce nu. Precizarea a fost făcută de însăși oamenii de știință: „cerceta-

Scanned with OKEN Scanner

rea poate fi planificată, dar descoperirea nu" (19). Deci, ce anume poate fi planificat? În primul rînd baza materială sub toate diferitele ei aspecte, condiție fără de care cercetarea nu va putea fi inițiată. Se cuprind aci prevederile de fonduri și programările cu reactivi, instrumentar și animale de experiență. Nu pot fi trecute cu vederea echipele, în alcătuirea lor intrinsecă și în colaborările externe cu alte instituții. Planificarea devine cu atît mai complexă, pluricondiționată, cu cît servește o cercetare mai amplă care atrage forțe însemnate de oameni și materiale.

Dacă necesitatea planificării bazei de cercetare se impune cu evidență, aspectul *termenelor de plan* trebuie privit mai nuanțat. În cercetarea de dezvoltare și aplicativă, acolo unde rezultatul este previzibil într-un coeficient important, condiționat în primul rînd de volumul de muncă, de numărul măsurătorilor sau al testărilor experimentale, toate fazele cercetării pot fi planificate în timp. Aportul planificării se validează din mai multe puncte de vedere: **material, tehnic** (însușirea unui profil adecvat de investigație), **tactic** (întocmirea unui program sistematic), **euristic** (rezultatele de etapă pot constitui punct de plecare pentru cercetări care sînt cuprinse în planul de viitor), **organizatoric** (consolidarea disciplinei, formarea în spirit de echipă și de activitate susținută). În mod diferit se pune problema pentru cercetarea fundamentală. Termenele pot prevedea în cadrul acesteia realizarea unui număr dat de investigații, dar prin aceasta nu se asigură garanția rezultatului semnificativ. Este aspectul care a generat o anumită reacție subiectivă față de imperativul social al planificării în cercetare. Acest specific se face simțit în toate disciplinele. „Nici un plan nu poate prevedea în ce domenii, cînd și cum anume va fi realizată o descoperire, cînd și cum va fi soluționată o problemă științifică sau alta, ce importanță va avea ea pentru practică" (132). Această concluzie reflectă imposibilitatea reală de a planifica ideea creatoare. Ea poate fi doar stimulată și planificarea trebuie să urmărească tocmai sprijinirea capaci-

Scanned with OKEN Scanner

tății de creație și să evite stînjenirea ei. Einstein, alături de mulți alții, a militat pentru această condiție: „trebuie să i se permită teoreticianului să-și dea frîu liber fanteziei. Firește că nu este vorba despre un joc gratuit al fanteziei, ci despre căutarea celor mai simple și mai logice posibilități — și a consecințelor lor". Originalitatea, în cercetarea cu caracter fundamental, nu este posibilă decît printr-o gîndire nefrînată de obligații rigide sau de alinieri care nu dau răgazul pătrunderii în esența fenomenelor. Se înțelege de ce planul calendaristic trebuie să fie elastic, adică să se modifice — dacă este necesar — în funcție cu mersul activității. Într-adevăr, pe parcurs, pot fi stabiliți noi parametri esențiali, survin modificări neprevăzute ale tehnicii. Fiecare proiect de cercetare, oglindit într-un plan oricît de bine și prudent alcătuit, este condus în realizarea sa prin variante multiple, fără a se putea prevedea care din ele va fi cea fertilă.

Condiția planificării în cercetare este de a se limita la crearea premiselor și la indicarea direcției, a „liniei de atac". Ea lasă cercetătorului libertatea de a urmări căile cele mai fecunde, reorientînd și adaptînd activitatea, atunci cînd se ivește împrejurarea. Singurii capabili de a face o planificare detaliată, sînt cei care vor efectua o cercetare, deoarece îi cunosc cel mai bine coordonatele. Întîrzierea unei descoperiri scontate nu poate fi compensată în toate cazurile prin antrenarea unui număr mai mare de cercetători, după cum „nu străbați mai repede o distanță mergînd cu mai multe automobile, decît cu unul singur" (76). Soluția a fost găsită în altă direcție. Orice instituție poate desfășura o activitate cu scop imediat, întrevăzut, destinată să acopere obligațiile contractuale și să justifice investițiile. Paralel cu ea, însă, și această conduită este pentru mulți o veche obișnuință, se studiază „liber" diverse alte teme care stîrnesc interesul real al cercetătorului, despre care nu se știe încă ce valoare au, dar care pot ascunde descoperiri de mare importanță. Aceste cercetări extraplan vor deveni, în parte, conținutul viitoarelor planuri, dacă schițează perspective de soluționare, sau vor fi

Scanned with OKEN Scanner

abandonate după un timp dacă se dovedesc zadarnice. Acest mod de a înţelege necesitatea planificării şi totodată incapacitatea noastră de a programa descoperirea neprevăzutului, derivă din specificul unei activităţi unde nu totul depinde de munca ritmică şi sincronizată.

După conţinut şi după cîmpul pe care îl acoperă, planificarea se prezintă sub mai multe varietăţi, fiecare acţionînd la un nivel diferit. Există un mod concret de a îndeplini fazele cercetării, sub aspectul acţiunilor prevăzute; corespunde planificării pe termen scurt, mai totdeauna realizabilă ca activitate dar nu în mod necesar, previzibilă ca rezultat. O viziune mai amplă oferă planificarea de perspectivă. Aceasta are în vedere un complex de cercetări conjugate, subordonate unui scop principal care va fi atins după mai multe etape succesive. În sfîrşit, politica de planificare a cercetării are în vedere obiective mai îndepărtate, de viitor. Fiecare din aceste forme aparţine unui eşalon distinct în organizare: prima constituie planul pe care şi-l întocmeşte pentru lucru cercetătorul, a doua este de competenţa conducerii colectivului, ultima aparţine conducerii superioare, centrale sau de stat.

Cercetarea, activitate continuativă. Privită izolat, viziunea asupra unei probleme poate fi comparată cu mersul ascendent al unei curbe, al cărei ritm de înaintare este foarte inegal, cu perioade de stagnare momentană şi cu accelerări episodice. Punctul culminant este marcat de ecloziunea ideii originale, pe care demonstraţia vine să o susţină. În tot acest drum, ne sprijinim pe terenul solid al cunoştinţelor anterioare şi pe faptele verificate de noi înşine în fazele premergătoare. Cu deosebire, aceste rezultate parţiale trebuie să devină un reper pe care să-l folosim la maximum, avînd în vedere că prin apropierea de zona în care căutăm, ele oferă orientarea cea mai exactă. Pe această cale, continuativ, frontul cunoştinţelor noastre se lărgeşte, şi după ce dispunem de un număr de date suficiente putem trece la generalizare ştiinţifică. Prin sensul lor, cercetările efectuate de un acelaşi cercetător, atunci cînd îşi păstrează conexiunea, descriu uneori o spirală cu progresiune centri-

Scanned with OKEN Scanner

fugă, alteori însă, invers, se circumscriu tot mai aproape într-o arie care le asigură adîncime. În primul caz se procedează prin cumul și juxtapunere, pentru a se lărgi unghiul înțelegerii pînă la sinteze cuprinzătoare. În al doilea, se evoluează de la cercetarea descriptivă, de recunoaștere și definire, la cea, mai bogată în sensuri, de înțelegere a legităților. Cercetarea metodică secvențială condiționează, în ambele variante, o cunoaștere cu valoare crescîndă. „O lucrare bine făcută are meritul că deschide calea alteia, încă mai bună", cum observa Al. Fleming. Pe aceeași cale a filiației se realizează și sudura cea mai perfectă dintre fundamental și aplicativ, sensul din care se face articularea fiind bipolar. Cînd se preocupă de un studiu, orice cercetător caută să-l desăvîrșească prin reveniri asupra unor mereu alte aspecte și, pînă la urmă, prin arhitecturarea unor forme cognitive cît mai durabile.

Privită în evoluția sa istorică, cercetarea științifică prezintă același *curs dinamic, progresiv,* reflectat în perfecționarea cunoașterii. În această succesiune fiecare descoperire nu constituie altceva decît o verigă dintr-un lanț. Nici una din ideile cu oarecare forță originală nu ar fi fost posibile dacă nu s-ar fi integrat gîndirii colective a omenirii, așa cum arată însăși apariția lor pe o anumită treaptă a dezvoltării acesteia. Continuitatea include contribuțiile toate, aduse de cercetători extrem de inegali. Fiecare se dovedește un suport în progresul cunoașterii. Fiecare este necesar. „Nu ne putem îngădui să pierdem un Faraday", s-a spus, cu gîndul la nevoia de a descoperi aptitudinile latente creatoare, pentru a le dezvolta și utiliza în folosul omului. Dar, în așteptarea marilor personalități, nu putem neglija că „nici o descoperire care prezintă însemnătate nu poate fi făcută fără munca pregătitoare a sute de oameni de știință, de valoare relativ mai mică și lipsiți de imaginație", cum precizează J. Bernal. Generații succesive de cercetători își aduc astfel contribuția, pînă cînd teza formulată inițial dobîndește finalitate, și prin aceasta, valoarea practică.

Scanned with OKEN Scanner

Rostul oricărei cercetări este de a atinge *stadiul de valorificare*, de a deveni utilă la ceva. Fiecare cercetător spre acest ideal tinde, atunci cînd găseşte ceva nou. Este drept însă că, de multe ori, adevărata semnificaţie a unei descoperiri este cunoscută mult mai tîrziu, cînd nevoi majore aduc în centrul interesului faptul trecut mai de mult cu vederea, sau cînd avalanşa de cunoştinţe derivate din cea iniţială, ermetică prin ea însăşi, are răsunet în planul practicii. Grupele sanguine, deşi descoperite de Landsteiner încă în 1909, s-au impus atenţiei abia în primul război mondial, atunci cînd a apărut necesitatea urgentă de transfuzii. La fel, evoluţia faptelor a desminţit pe Rutherford care aprecia că nu va servi la nimic cunoaşterea structurii atomului. Aplicaţia sau nonaplicaţia unei descoperiri nu poate fi totdeauna afirmată în clipa înfăptuirii ei. În conformitate cu unele calcule de orientare, probabilitatea de a se obţine un rezultat pozitiv în faza cercetării fundamentale ar fi de numai 5—10%. Ea creşte mult în cercetarea aplicativă, pînă la 85—90%, pentru a atinge 95—97% în faza de staţie pilot (132).

Pe plan mondial au fost studiate într-o anumită perioadă un număr de 16.200 substanţe organice sub aspectul acţiunii lor fiziologice. Dintre acestea doar 124 s-au dovedit active, iar în urma cercetărilor clinice, doar un singur produs a devenit medicament comercializat. Dacă ne referim la intervalul care separă introducerea în testare a unui preparat, pînă la utilizarea curentă a medicamentului corespunzător, acesta este de 5—10 ani. Avionul cu reacţie a putut fi construit de uzinele de avioane la cîteva decenii după descoperirea şi după primul zbor al lui H. Coandă. Distanţa între descoperire şi valorificarea ei poate lua proporţii şi mai mari. Privită sub acest unghi, orice cercetare ştiinţifică se aplică. Criteriul aplicabilităţii nu poate fi privit sub o deschidere prea limitată, pentru că, „dacă voi face numai matematică [sau numai cercetare, n.n.]care să se aplice, acea matematică se va aplica poate azi, dar nu se va mai aplica mîine şi nu trebuie ca azi să omoare pe mîine“ (76).

Scanned with OKEN Scanner

Legat de *produsul cercetării*, și modul de a-l accepta prezintă interes. Există descoperiri preluate cu entuziasm prompt care le difuzează rapid. Sînt altele, dimpotrivă, negate multă vreme. Intervine aci și insuficiența, respectiv valoarea documentării și argumentării, calitatea completă sau incompletă, în raport cu domeniul pe care îl vizează. Un rol însemnat joacă însă receptivitatea lumii științifice și gradul de necesitate pe care îl satisface descoperirea comunicată. Alteori, valorificarea rămîne în stadiu potențial, deși evidentă, din cauza posibilităților tehnice necorespunzătoare. Sînt influențe care facilitează sau întîrzie valorificarea, dar care nu o pot anula niciodată.

Ar fi greșit să se considere că cercetarea se încheie întotdeauna cu succes. Se pare, chiar, statistic, că sînt mai frecvente eșecurile, cel puțin în anumite domenii ale cercetării fundamentale. Iată o confesiune a lui Kelvin: „există un cuvînt care caracterizează cele mai încordate dintre eforturile pe care le-am făcut cu perseverență timp de 55 ani pentru progresul științei: acest cuvînt este eșecul". În orice caz, marile descoperiri sînt făcute cu multă greutate și sînt rar întîlnite, în relație cu imensul efort în care s-a angajat știința. Se înțelege de ce cercetătorul are nevoie în cursul activității sale de reînnoirea resurselor de rezistență și interes. Pentru menținerea unui tonus afectiv și intelectual pozitiv, din experiența unor mari cercetători se învață stratagema de a conduce în paralel mai multe cercetări, chiar dacă nu de aceeași importanță și dificultate, în domenii apropiate.

Părăsirea unei teme poate deveni justificată la un moment dat, dar numai după deplina verificare a sterilității ei, făcută pe mai multe căi, cît mai diverse. Originalitatea se obține mai sigur prin ancorare de durată în același domeniu. Trecerea facilă de la o problemă la alta, face imposibilă stăpînirea deplină a datelor și duce inevitabil la superficialitate. Plasarea în urma ideilor de ultimă oră, difuzate de literatură, fie ele oricît de senzaționale, condamnă la diletantism și ineficiență.

Scanned with OKEN Scanner

O cercetare reuşită se încheie atunci cînd argumentarea devine suficientă, pînă la a convinge şi pe alţii, iar ideea se conturează cu claritate. Vedem aici imperativul de finalitate, prezent la toţi marii descoperitori: „lucrează, du la bun sfîrşit, publică". Este un îndemn lăsat de Faraday.

Scanned with OKEN Scanner

IPOTEZA DE LUCRU

Cercetarea științifică nu poate fi imaginată în afara unei direcții de activitate bine stabilite. În general, orientarea cercetării este realizată prin formularea unor întrebări cărora urmează să li se găsească răspuns. Alături de acest tip reprezentativ de cercetare, condus de o ipoteză de lucru, este posibil ca, în domeniile unde explorarea este încă la început, orientarea să fie decisă prin însăși selectarea domeniului de către omul de știință, fără a se urmări o problematică anume. În cercetarea de dezvoltare și aplicativă se procedează prin extinderea metodică a unor rezultate verificate în prealabil, ceea ce face să devină din ce în ce mai neînsemnat coeficientul de surpriză și nesiguranță. Marile și rîvnitele descoperiri fundamentale, imprevizibile prin noutatea lor, sînt obținute de regulă prin intermediul unor investigații susținute, cu un scop definit. Este adevărat că sensul inițial al ipotezei care le-a generat poate fi contestat de rezultate. Chiar atunci cînd ideea urmărită se dovedește falsă, cercetările derivate din aceasta răsplătesc însă de multe ori pe autorul lor pentru strădania de a-și fi propus și urmărit un ideal.

Nevoia de direcționare este esențială pentru toate activitățile umane și se impune, cu atît mai pregnant, în sfera creației științifice, unde randamentul este de multe ori disproporționat de mic în raport cu investițiile de valori și energie. „Nu există vînt favorabil decît pentru cel care știe în ce direcție se îndreaptă", exprimă metaforic o constatare

Scanned with OKEN Scanner

de profundă înțelepciune, Seneca. „Ce rost are să îndoim eforturile, dacă am uitat care ne este țelul", se întreabă G. K. Chesterton. Superioritatea cercetării orientate de un scop bine precizat, față de cercetarea desfășurată la întîmplare, poate fi înțeleasă și prin aplicarea la specificul său a unei mai vechi observații care aparține lui Fr. Bacon: „ținînd cărarea, șchiopul întrece în fugă pe omul iute, dar care își pierde drumul". Dealtfel, a pătruns în conduita generală tactica conform căreia înțeleptul începe totdeauna cu sfîrșitul, gîndind la rezultanta acțiunilor sale pe care le polarizează în așa fel încît să o atingă.

Ipoteza de lucru — definiție și valoare euristică. Punctul de plecare în cercetarea științifică îl constituie, prin esență, o teză provizorie care urmează a fi verificată. Înainte de a o accepta ca temă a unei cercetări organizate, care va reține interesul multă vreme și va antrena, așa cum se petrece astăzi, un număr mai mare de specialiști, această ipoteză trebuie evaluată, sub aspectul *gradului de probabilitate*. Operația este pur rațională. Astfel, din punct de vedere logic se diferențiază unele ipoteze corespunzătoare conceptelor care rezultă din cunoștințele teoretice, verificate. Sînt ipotezele plauzibile, care pot fi reținute. Atunci cînd prin cercetările anterioare s-a cristalizat chiar un început de verificare, potențialul gnoseologic crește, ipoteza devine posibilă. În schimb, sînt îndepărtate din cîmpul cercetării toate ipotezele absurde, imposibil de acceptat de judecata normală. Numărul acestora din urmă, imaginate de o minte în plină efervescență inventivă, nu este deloc mic, ci dimpotrivă, cel mai mare număr al ipotezelor formulate de un cercetător este îndepărtat prin autocenzura rațiunii. Este drept că delimitarea dintre verosimil și absurd este extrem de litigioasă. Numeroase idei acceptate se dovedesc pînă la urmă false. Faraday aprecia că în cele mai fericite cazuri se realizează mai puțin de una din zece ipoteze. În acest fel, esența creativității ar putea fi văzută tocmai în capacitatea de a emite un număr mare de ipoteze, indiferent dacă acestea sînt respinse prin analiză rațională, sau sînt introduse în cercetare pentru ve-

Scanned with OKEN Scanner

rificare științifică. „La oamenii de geniu, natalitatea ipotezelor este foarte ridicată și totuși, ea abia reușește să întreacă ritmul mortalității lor". Este o observație a lui W. H. George.

În mod compensator, alte idei care pot apărea absurde la examinarea logică, se soldează cu importante descoperiri. Perspectiva pe care o deschide știința modernă asupra alchimiei cu visurile sale fantastice, nu ne împiedică să-i recunoaștem contribuția reală la dezvoltarea chimiei. În multe alte discipline, s-ar putea invoca descoperiri rezultate din teorii care astăzi ne apar eronate. Poziția subiectivă față de ipoteză, are deci un caracter istoric, de multe ori condiționat de limitele cunoașterii din momentul respectiv și de progresul care îi succede. Ceea ce constituie o absurditate, se poate dovedi ulterior un mare adevăr. Istoria științelor oferă numeroase exemple de acest gen. Fantasticul, așa cum se prezenta unor savanți de altă dată, îl putem vedea astăzi realizat în cele mai variate domenii.

Cercetătorul care a decis asupra ipotezei pe care o va urmări nu trebuie să demobilizeze la gîndul că aceasta ar putea fi falsă. Trebuie să accepte perspectiva eventuală cu mult curaj. Este o ipostază etică a omului de știință. Savantul excesiv de precaut nu va face probabil erori, dar nici descoperiri importante, avertizează H. Bernateané. Același adevăr îl exprimă și Witehead: „panica față de eroare este moartea progresului". Putem accepta erorile ca factor declanșator al cercetării, dacă avem în vedere posibilitatea ca ele să conducă, prin demonstrarea pe care o provoacă, la teze științifice. Important este ca investirea cu această semnificație de adevăr verificat să nu fie făcută la început. Fără *idei anticipate* nu poate exista cercetare științifică. Activitatea lipsită de scop este condusă exclusiv de fluctuațiile hazardului. Acceptarea ipotezei nu înseamnă însă pierderea libertății de gîndire și nici a poziției critice față de materialul faptic acumulat. Ipoteza de lucru nu trebuie transformată într-o idee preconcepută, ea nu are nimic comun cu convingerea nemotivată. Claude Bernard a exprimat admirabil necesitatea

Scanned with OKEN Scanner

ideii conducătoare care nu poate fi acceptată aprioric ca adevăr verificat: „cercetătorul trebuie să posede o credință puternică, dar să nu creadă". Spiritul științific impune ca orice informație să fie însușită într-un mod critic, prin cîntărirea argumentelor care o susțin. În succesiunea etapelor activității de cercetare se recomandă de aceea să se recurgă mereu la contraprobe. În acest fel, cercetarea nu își poate propune confirmarea unei idei, ci numai controlul ei. Rostul oamenilor de știință este, sub acest unghi, de a elabora mereu noi explicații ipotetice și de a le supune apoi verificării prin observație sau experiment.

Formularea temei de cercetare conține două elemente principale: *domeniul investigat și modul de abordare.* În ce privește extinderea domeniului se impune în toate cazurile o strînsă delimitare. Aceasta este singura cale de a se evita diletantismul și de a se conferi activității acea adîncime suficientă pentru furnizarea unor noi date originale. În Metoda sa, Descartes atrage atenția celor dornici de a descoperi adevărul în știință că „acela care vrea să îmbrățișeze într-o singură privire un mare număr de lucruri dintr-o dată, nu vede distinct pe nici unul din ele". Același punct de vedere este exprimat plastic de Blaga, care contrapune cercul îngust al luminii împrăștiate de o lumînare, noaptea, vederii largi dar imprecise a celui lipsit de sursa luminoasă. Circumscrierea problemei investigate reprezintă unul din principiile euristice de bază.

Am putea asemăna rezolvarea unei probleme științifice cu cucerirea unui pisc încă neatins. Pe lîngă alegerea obiectivului, urmează să fie stabilită și calea de ascensiune. Alegerea corectă a versantului accesibil este hotărîtoare. În cercetare, punctul de vedere care stă la originea programului propus poate oferi, el singur, garanția unei descoperiri. „Ipoteza de lucru fructuoasă nu constă numai în a pune problema. ci, mai ales în a concepe mijloacele pentru a o rezolva", apreciază E. Wolff. Numeroase eșecuri se datoresc metodei de lucru inadecvate și nu ideii pe care a slujit-o. Cunoaștem ipoteze formulate cu mult timp

Scanned with OKEN Scanner

înainte, dar verificate și transformate în teze doar atunci cînd s-a creat metoda corespunzătoare studiului lor.

Înțelegem dar că formularea ipotezei de lucru presupune găsirea răspunsului la cîteva întrebări corelate: care este problema și ce știm, ce nu știm despre ea? Cum putem pătrunde în intimitatea faptelor pe care le reflectă? Pe ce cale o putem verifica?

Sursa ipotezei de lucru se găsește atît în practica — individuală sau socială — cît și în teoria științifică, ea însăși reflectare generalizată a realității, obținută printr-un contact anterior. Întrebarea este provocată de cele mai multe ori în mod direct, legat de *observații empirice* sau de *cercetări sistematice* care vor conduce în acest fel, continuativ, la altele. Poziția creatoare pe care o adoptă omul de știință este de a căuta să înțeleagă tot ce pătrunde în zona percepției sale, fără a neglija nimic. Din punct de vedere euristic, nu există detalii lipsite de semnificație, cel mai mic fapt putîndu-se dovedi în realitate fundamental, revelator al unor legi esențiale. Un rol însemnat pentru formularea de noi teme de cercetare îl are *întîmplarea*. Se știe însă că aceste constatări ocazionale devin un ajutor al omului de știință doar atunci cînd sînt privite prin prisma unei semnificații ipotetice, care va conduce ulterior acțiunea metodică de verificare. Observațiile pot aparține însuși cercetătorului sau sînt preluate de la alții. Fluxul viu al comunicării interumane imprimă ultimei căi un larg joc de acțiune. Atunci cînd societatea își concretizează o anumită comandă, aceasta devine un factor stimulator de primă ordine în orientarea cercetării. „O necesitate tehnică a societății împinge știința înainte mai mult decît 10 universități", aprecia Engels, referindu-se la aspectele economice, teza rămînînd însă pe deplin valabilă în toate sectoarele. *Comanda socială* exercită o funcție euristică reală atunci cînd acționează asupra unui cercetător receptiv prin formația sa etică. Fondul majoritar al cercetărilor din țara noastră este axat tocmai pe rezolvarea unor probleme actuale și de interes social.

Scanned with OKEN Scanner

Elaborarea deductivă a ipotezelor pornește de la teorii științifice fundate pe fapte rezultate din cercetări anterioare. Procesul se desfășoară exclusiv în planul gîndirii teoretice, fără o ancorare imediată în realitate. De aci decurge un pericol real pe care îl ascunde acest tip de ipoteze: acceptarea unor false adevăruri, ca premisă a cercetării. Pentru prevenirea greșelilor de acest gen se impune ca nici o teză să nu fie considerată infailibilă. Deși paradoxal, dar „este mai bine să nu știi nimic, decît să ai în minte idei fixe care se sprijină pe teorii a căror adeverire s-o cauți mereu" (Cl. Bernard, 16). Ideea a fost exprimată de mulți cercetători pentru că, într-adevăr, „a ști rău ce știi, este mai dăunător decît a nu ști". Prin aceasta, nu se ridică totuși ignoranța la rangul unui principiu. Se pretinde doar ca premisele greșite să fie recunoscute ca atare, ceea ce, s-a văzut, nu este totdeauna posibil în fapt. Chiar cu această servitute, important este să se acționeze, să se desfășoare o activitate practică. Wassermann a descoperit testul serologic de diagnostic al luesului plecînd de la ideea folosirii ficatului de făt bolnav, pe care îl presupunea a fi bogat în antigen spirochetic. Abia mai tîrziu s-a văzut că reacția este pozitivă chiar cu ficatul sănătos, variantă în care se folosește curent.

De multe ori cercetarea pleacă de la *noi metode* introduse în uz. Accesul la tehnica perfecționată permite extinderea unor cercetări de dată mai veche, facilitînd doar investigațiile. Rolul metodei poate fi inițiator, atunci cînd o are la dispoziție un spirit iscoditor, ispitit să vadă, să exploreze fără un obiectiv prestabilit. Exemplul lui Leeuwenhock, care studia cu microscopul tot ce i se ivea în cale, din plăcerea de a privi cu el, nu este însă deloc ilustrativ pentru maniera de a se face descoperiri. Metoda nu naște pentru sine și nu poate fi un scop în știință. Rezultatele cele mai bune se obțin doar prin interferarea unei idei originale cu o metodă pătrunzătoare. H. Selye relatează situația penibilă în care s-a găsit un chimist după ce pusese la punct o anumită tehnică de dozare fină, fără a se gîndi la ce ar putea fi folosită. În con-

Scanned with OKEN Scanner

secință, aborda pe diferiți cercetători întrebîndu-i „dacă nu cumva au nevoie în cercetările lor de o tehnică . . . " etc. etc . . . dar totdeauna fără rezultat.

Condițiile unei bune teme de cercetare. Justificarea unei cercetări este condiționată în primul rînd de caracterul său real, de angajarea sa efectivă în frontul dezvoltării cunoașterii pe care o urmărește omenirea. Nu ar putea fi acceptabile ipoteze formulate artificial, hibrizi neviabili de cercetare, confecționați doar pentru un pur și gratuit experiment. Orice investigație, oricît de simplificată sau condiționată de parametri introduși arbitrar, trebuie să păstreze suficente elemente reale, pentru ca rezultatele sale să fie valorificate. Din acest principiu derivă și cel al utilității. Utilitatea poate fi însă întrevăzută doar pentru cercetările de dezvoltare și aplicative. În ce privește cercetarea fundamentală, aceasta nu poate fi în mod necesar, definită prin utilitate de la început. Privită în perspectivă, din ea va decurge totuși aplicativul, este drept, după intervale de timp care se pot dovedi foarte mari. De aceea, a milita cu orice preț pentru utilitate imediată în cercetarea științifică, înseamnă cel puțin o concepție pragmatică și utilitaristă. În plus, beneficiile obținute sînt cu atît mai mari cu cît descoperirea este mai fundamentală (mai greu de prevăzut, totodată) și are deci aplicații mai largi, în numeroase domenii.

Alegerea trebuie să fie orientată către probleme decisive, actuale pentru societate în momentul respectiv. „A aborda probleme majore, de importanță reală, constituie un comandament etic care nu rămîne străin de curajul ferm și de acceptarea unor eventuale eșecuri" (45). Importanța și valoarea temei sînt însă proporționale cu dificultatea de a o rezolva. Înțelegem de ce este necesară îndrăzneala pentru a opta față de problemele majore nerezolvate. Avem în vedere și faptul că unele aspecte care la primul contact par minore, dobîndesc semnificație doar în cursul investigațiilor. Așa se explică opinia exprimată de un mare savant,

Scanned with OKEN Scanner

neurohistologul R.y Cajal: „nu există probleme neînsemnate, acelea care apar astfel sînt de fapt probleme mari, dar neînțelese încă".

Originalitatea este condiția cea mai de preț a ipotezei de lucru. În acest atribut se reflectă forța creatoare și personalitatea omului de știință. Sesizarea de noi probleme sau uneori de noi aspecte ale problemelor de multă vreme studiate, găsirea unei căi de explorare mai fertilă sau sinteza îndrăzneață a unui volum imens de fapte, privite în mod disparat pînă aci, sînt cîteva din posibilitățile sub care se prezintă originalitatea în formularea ipotezelor. Dacă s-a putut spune că „pentru a face descoperiri trebue să fii un ignorant", s-a urmărit tocmai reliefarea opticii inedite, prin care nu se reproduce nimic. O subliniere mai viguroasă a acestei idei este oferită de zicala „s-a apucat nebunul de o treabă despre care nu știa că nu poate fi făcută, și a făcut-o". Originalitatea dobîndește primordialitate față de bogăția documentării ori de cîte ori se caută o temă nouă de cercetare. Informațiile constituie doar pivotul necesar care ajută la organizarea investigațiilor în baza ipotezei proprii care decurge din ele. Este esențial ca să nu ne lăsăm gîndirea dominată de cunoștințele pe care le posedăm, pentru că va fi anihilată orice încercare de a concepe altfel problemele de cum sînt expuse în literatură. Practic, este foarte util ca fiecare proiect de cercetare să ridice întrebarea dacă va aduce cu adevărat ceva nou. În acest fel ar putea fi evitate confirmările și platitudinile sau simplele preluări de protocoale de cercetare întocmite de alții, activități lipsite de elementul noutate, oricît de modest.

Prin maniera în care este formulată, tema de lucru trebuie să asigure pe deplin *demonstrabilitatea* ideii pe care o conține. Programul de cercetare va fi astfel conceput, încît să permită obținerea argumentelor necesare pentru a se susține în mod convingător concluziile, pozitive sau negative. Cercetările care nu prevăd căi adecvate de demonstrație și documentare obiectivă pentru a convinge și pe alții decît pe observatorul direct, se pierd, trecute cu vederea. În legătură cu acest deziderat,

Scanned with OKEN Scanner

scopul principal nu constă în furnizarea unui volum uriaș de fapte, ci în alegerea faptelor cu valoare strategică, capabile să clarifice problema.

Puncte de reper în alegerea temei. Stadiul evoluat în care se găsește știința contemporană, face ca progresul cunoștințelor să se realizeze prin cercetări tot mai specializate, care solicită o tehnică tot mai complicată și conlucrarea unor specialiști din domenii diferite. Descoperirea noului este obținută într-un ritm care nu totdeauna este proporțional cu energia și cu cheltuielile investite, ceea ce contrastează cu ușurința — așa cum o apreciem noi acum, din perspectiva noastră — cu care s-au putut face mari descoperiri în trecut. S-ar putea crede că principalele descoperiri au fost deja efectuate și că rămîne tot mai puțin de descoperit. Sentimentul aparține cu deosebire cercetătorilor tineri, striviți de importanța realizărilor din trecut și uimiți de aparenta simplitate a metodelor prin care au fost efectuate. Deși sub alt unghi, problema temei de cercetare, se poate pune cu acuitate egală și pentru cercetătorii formați, atunci cînd încheind o anumită cercetare, urmează să înceapă o alta. Este adevărat că enunțarea ipotezei constituie unul din cele mai complexe și poate chiar cel mai dificil aspect al activității de cercetare. O recunoaște fondatorul științei despre știință, John Bernal: „problemele sînt de obicei mai greu de formulat decît de rezolvat. Prima operație este inspirație, a doua este numai pricepere". Cauza disproporției stă în faptul că sesizarea problemei reprezintă mai totdeauna descoperirea, operațiile care decurg din ea, laborioase dar metodice, nefiind altceva decît activitatea profesională obișnuită. Principalul moment euristic al cercetării se situează deci în această cristalizare a ipotezei de lucru.

Din punct de vedere organizatoric, însă, adeseori dificultatea constă nu în lipsa problemelor de studiat, ci în alegerea acelora care sînt accesibile posibilităților de care dispune cercetătorul, în a le intui importanța și perspectivele. De această decizie depinde reușita unei teze sau randamentul cercetării pe o lungă perioadă de timp, ea oferă sau exclude șansa unei descoperiri importante. Momentul care o marchează este

Scanned with OKEN Scanner

de aceea stăpînit de îndoială și generează oarecare anxietate. Hotărîrea devine deseori posibilă doar cu sprijinul unui cadru experimentat. Dezvoltarea acestei capacități de orientare în alegerea unei ipoteze promițătoare formează unul din obiectivele pe care le cuprinde ucenicia din cursul perioadei de formare. „Cum să discerni problemele demne de rezolvat, în ce mod să ajungi și cu ce instrumente, nu sînt lucruri care se învață din cărți, ci de la mari maeștri ai științei", mărturisește marele chimist H. Krebs.

Criteriile care orientează în alegerea unei teme de cercetare sînt multiple. Unul din ele constă în nivelul de pregătire teoretică și practică și în profilul de specialitate. Acesta reprezintă totodată premisa necesară unei minime garanții de eficiență. În disproporția dintre *capacitatea creatoare* individuală și dificultatea problemei stă de multe ori explicația eșecurilor. „Este mai bine să nu studiezi deloc decît să te ocupi cu obiecte atît de grele încît ne mai fiind în stare să deosebești adevărul de fals, ești silit să iei îndoielnicul drept certitudine" (33). „Nu există deloc subiecte rele, există doar oameni rău pregătiți" (64). Trebuie să existe compatibilitate între problema formulată și capacitatea celui care se angajează să o rezolve. Rezultatul va fi hotărît nu de calitatea subiectului ales pentru studiu ci de calitatea celui care îl cercetează. În acest fel, cu adevărat, „cele mai multe din teme sînt ceea ce știe să facă din ele cercetătorul" (19). În definirea competenței intră și activitatea de cercetare anterioară. Cercetările continuative sînt totdeauna de preferat, avînd în vedere familiarizarea cu problemele teoretice și cu tehnica de lucru, elemente care asigură un net avantaj față de cei care urmează să pătrundă abia în domeniul respectiv. Nu este lipsită de importanță componenta subiectiv — afectivă, atracția față de tematică. Alte criterii depind de *condițiile obiective* care sînt oferite. Accesibilitatea la mijloacele necesare pentru rezolvarea problemei trebuie avută în primul rînd în vedere. Încadrăm aci disponibilitatea în cantitate suficientă a materialului de studiu și tehnica de lucru adecvată. Ambele sînt corelate cu

Scanned with OKEN Scanner

specificul unității unde se va desfășura cercetarea. Un ultim criteriu privește concordanța cercetării personale cu programul global al instituției care o conduce. Dacă cele două domenii se integrează, este asigurată cooperarea largă a întregii echipe de specialiști.

Putem distinge mai multe *etape succesive* în formularea temei de cercetare. Se începe cu delimitarea domeniului de referință, deci cu indicarea orientativă a problematicei. După aceasta urmează o documentare bibliografică inițială, care consolidează cunoștințele și face posibilă confruntarea celor însușite cu posibilitățile tehnico-materiale existente. În baza precizărilor făcute, se definitivează subiectul și se întocmește planul de cercetare. Acesta va suferi, desigur, unele fluctuații. Investigațiile se vor amplifica în direcțiile fructuoase și dimpotrivă, vor fi restrînse sau chiar suspendate acolo unde datele obținute sînt nesemnificative. Hunter a dezvăluit în acest fel procedeul său obișnuit: „de regulă, întîi examinez matur dacă lucrul se poate face, înainte de a-l începe. Dacă îmi pare că nu se poate, nu-l încep. Dacă da, știu că printr-o muncă stăruitoare o s-o scot bine la capăt și o dată ce am început, nu mă mai opresc pînă ce lucrul nu este încheiat."

Sfera domeniului de căutare este limitată la început, astfel selectată încît să ofere verosimilitatea maximă. Cu timpul explorarea se extinde, dirijată de rezultatele obținute. O generalizare metodologică privind orientarea inițială spre sectorul cel mai promițător este cunoscută sub denumirea de „legea lui Suter" de la numele unui gangster, care interogat de ce atacă totdeauna băncile, a răspuns simplu: „pentru că acolo se găsesc de obicei banii". Este deci vorba de a ne orienta investigațiile în direcția care oferă cele mai mari șanse de reușită. Formularea temei trebuie să fie clară, precisă și specifică. Nu ne vom lăsa conduși în cercetare de intenții vagi, lipsite de orice conținut concret și de orice problematizare. Puține progrese se obțin atunci cînd cercetarea este condusă de vagi aspirații ca „aș dori să cunosc mai mult despre..." „să găsesc remediul bolii..." Dimpotrivă, cercetarea științifică are ne-

Scanned with OKEN Scanner

voie de formulări foarte riguroase, de tipul: „ce relație există între x și y în condițiile z" etc. Definitivarea temei se face prin procedeele euristice generale, recurgîndu-se la multiple variante — raționale și (sau) experimentale — pînă cînd devine posibilă decizia. Un indiciu poate fi dat de interesul pe care problema care ne preocupă îl provoacă în lumea științifică. Creșterea progresivă a numărului de lucrări axate pe aceeași temă, relevă actualitatea ei și căutările convergente. Este un moment optim de intervenție pentru cercetările de dezvoltare. Slăbirea bruscă a interesului, exprimat în diminuarea cercetărilor publicate, trădează rezolvarea sau epuizarea temei. Sînt unele teme care captează exploziv atenția dar care dispar repede din circulație prin găsirea soluției. Altele sînt slab frecventate, cu tendință foarte restrînsă de dezvoltare, lipsite de interes. După cum există și teme înscrise mult timp în prima linie a cercetării din lumea întreagă, deoarece dovedesc mari dificultăți în soluționare. Tinerii cercetători se pot angaja pe oricare din aceste orbite, cu certitudinea că nu există domeniu în care cunoașterea să fie încheiată, esențial fiind să se găsească o direcție nouă, generatoare de noi descoperiri.

Scanned with OKEN Scanner

INFORMAREA ŞI DOCUMENTAREA ŞTIINŢIFICĂ

Activitatea de creaţie în ştiinţă continuă pe cea întreprinsă de predecesori, începînd deci la punctul unde a fost lăsată de aceştia. Nu poate fi concepută cercetarea ştiinţifică fără asimilarea cunoştinţelor semnificative dobîndite pînă la data cînd sînt începute investigaţiile, fără cunoaşterea tuturor realizărilor şi a eşecurilor întîmpinate. Dacă unele descoperiri au fost posibile fără referiri speciale la contribuţii antecedente, aceasta s-a putut întîmpla numai pentru probleme care se găseau într-o fază de început, situaţii mai frecvent întîlnite în ştiinţele care abia se constituiesc. Chiar atunci însă cînd „pionieratul" pare suficient pentru obţinerea unor contribuţii însemnate, nu se poate face abstracţie de climatul ştiinţei din momentul respectiv. Cunoaşterea insuficientă a experienţei transmise de ceilalţi cercetători duce în mod inevitabil la repetarea eforturilor şi deci, la inutile „redescoperiri", sau alteori orientează cercetarea în direcţii greşite care ar fi putut fi evitate. „Cine face abstracţie de ceea ce s-a lucrat pînă la el, în direcţia în care lucrează el însuşi, se condamnă singur să înceapă de la început" scrie P. P. Negulescu în a sa „Teoria cunoaşterii". După cum, este evident că „şase ore în bibliotecă pot evita şase luni în laborator" (136). În acest fel, energia cercetătorului, timpul şi fondurile sînt risipite în investiţii nefolositoare, care privesc probleme deja clarificate.

Informarea şi documentarea asigură continuitatea ştiinţei în timp şi în spaţiu, prin transmiterea cuceririlor de la o generaţie la alta şi prin

Scanned with OKEN Scanner

transferul lor reciproc între oamenii de știință din întreaga lume. Acești doi termeni sînt folosiți adesea cu înțeles identic, dar, în realitate sfera pe care o acoperă nu este superpozabilă. Informarea este un concept mai larg și exprimă procesul amplu de cunoaștere a ideilor științifice. Documentarea se referă la posesia unor fapte concrete — imagini, cifre exacte, date de observație sau experiment etc. — care fundamentează știința. Informația este conținutul raționalizat, documentul este proba care o susține. Acest mod de a privi din punct de vedere gnoseologic se îmbogățește mult prin noile sensuri, datorită cărora informarea și documentarea au devenit ele însești o disciplină științifică. Sub acest raport impus de scientica epocii noastre, se recurge însă mai adecvat la noul termen de „informatică", teoria informării științifice. Sarcinile cărora li se subordonează aceasta sînt colectarea și înmagazinarea, clasificarea și selecționarea, difuzarea și folosirea informațiilor de toate tipurile.

Condiții de eficiență. Activitate de informare și documentare nu reprezintă un scop în sine, ci doar un mijloc pregătitor pentru înfăptuirea de noi descoperiri. Prin această favorizare a obținerii de noi cunoștințe, ea îndeplinește o importantă funcție euristică, dependentă însă de mai multe condiții: informare completă, temeinică, operativă și actuală, generatoare de idei originale.

Primul deziderat, al *completitudinii,* răspunde unei cerințe de mult formulate: *„timeo hominem unius libri"* (mă tem de omul care citește o singură carte), cum se exprimase un înțelept. Evident că subinformația sau unilateralitatea sînt pernicioase. Trebuie tins către însușirea totalității cunoștințelor acumulate de omenire, a „logosferei", cum o denumește A. Moles. Dar, dimensiunea acesteia suferă neîncetat o creștere exponențială, reflectată în numărul mereu mai mare al publicațiilor, cît și în apariția unor forme noi de documentare și informare. Paul Otlet dă următoarele cifre asupra producției anuale de cărți, în cursul istoriei: o carte pe an în 1436, 946 cărți în 1500, 6078 cărți în 1600, 158.008 cărți în 1700. Înțelegem reacția manifestată în fața acestei perspective de

Scanned with OKEN Scanner

abundență excesivă a publicațiilor — deși nu apăruseră încă primele reviste științifice —așa cum o exprima Barnaby Rich, în 1613: „una din maladiile acestui veac este mulțimea de cărți: lumea este atît de supra-împovărată cu ele, încît nu este în stare să digere abundența de material inutil care este produs zilnic și răspîndit". Problema a căpătat o deosebită amploare în prezent încît vorbindu-se despre „explozia informațională" din știință, se subliniază totodată și „criza informării" pe care o trăim. Aceasta constă nu din insuficiența ci din cantitatea enormă și greu de cuprins a informațiilor. În prezent există o listă mondială de aproximativ 50.000 periodice științifice înființate în decursul timpului, din care 30.000 continuă a fi publicate și astăzi. (117). Anual se tipăresc circa 50.000 cărți și se publică peste 3 milioane de lucrări științifice, numărul acestora marcînd în fiecare an o sporire cu 10%. O anchetă făcută în perioada 1957—1959 arată că se imprimă aproximativ 2.000 pagini tehnico-științifice pe minut, în ansamblu peste 1.000 miliarde pe an. Acestei literaturi tipărite i se adaugă un voluminos material neimprimat, cu circulație internă, care de fapt cuprinde cele mai recente rezultate. Privit în ansamblu, ritmul de creștere al publicațiilor este constant, cu o multiplicare de 10 ori la fiecare cincizeci de ani.

Înțelegem de ce nici un om de știință nu mai poate parcurge întreaga literatură științifică din domeniul preocupărilor sale. Sentimentul care se naște din această uriașă discrepanță a fost foarte sensibil redat de L. de Broglie: „adesea, cercetătorul științific se simte îngropat sub un noian de articole și monografii, care apar în toate colțurile globului; cu tot ajutorul pe care i-l oferă bibliografiile, cel mai frecvent el nu reușește nici să le citească în întregime, și cu atît mai puțin să reflecteze asupra lor." Adevărul rămîne că, de fapt, informarea nu trebuie să fie exhaustivă în înțelesul propriu, ea fiind pe deplin eficientă dacă străbate literatura semnificativă (o proporție de cca. 70%). Există un însemnat volum de publicații de repetiție, care nu fac decît să reia alte lucrări, reproducîndu-le pentru verificare sau referîndu-le. Sarcina in-

Scanned with OKEN Scanner

formării diminuă în acest fel considerabil și cunoașterea principalelor achiziții devine posibilă, cu ajutorul unei metode corespunzătoare. Ce criterii ne ajută în operația de selectare care se impune? Lucrările princeps, inițiatoare de noi domenii, au prioritate față de cele succesive, cercetările întreprinse sistematic de grupuri specializate cu prestigiu verificat sînt preferabile celor ocazionale și sporadice, un bun referat ne poate scuti de explorarea unei arii bibliografice extinse, indicîndu-ne sursele care merită a fi studiate în original.

Informarea este inutilă dacă nu este *temeinică*, cu aprofundarea și deplina înțelegere a problemelor. Lectura, oricît de vastă, dobîndește preț pentru creație doar în măsura în care se însoțește și de o meditare activă. Fr. Bacon îi stabilea astfel principala funcție: „să citești nu pentru a contrazice și a combate, nici pentru a crede și a lua drept bun, ci pentru a cîntări și a judeca". Este într-adevăr greșit a răsfoi literatura pentru culegerea unor „probleme" de cercetat, fără a analiza dacă acestea nu sînt de fapt rezolvate deja. Asupra acestui pericol atrage atenția Ed. le Roy, cînd arată că mulți cercetători nu fac decît să parcurgă lucrările premergătorilor lor pentru a lua doar simple indicații, găsind astfel mai ușor să reinventeze, decît să studieze.

Un alt imperativ al informării este *operativitatea*, din care derivă și actualitatea informațiilor curente. Este bine știut că orice noutate suferă cu timpul un proces de uzură, determinat de apariția unor noi achiziții. Toate informațiile diminuă în valoare concomitent cu învechirea lor. În mod schematic se apreciază că actualitatea unei informații noi se păstrează doar timp de 10 ani. În domeniul tehnicii uzura devine extrem de rapidă, explicînd de ce literatura tehnică este actuală doar în proporție de 50% după 5 ani, de 25% după 10 ani și de 15% după 20 ani. (86). Această devalorizare progresivă a cunoștințelor, cu timpul, rezultă și din felul cum sînt întrebuințate în elaborarea de lucrări noi. Se apreciază că în medie cercetarea are o matrice bibliografică cu adîncime de aproximativ 40 lucrări. Orice lucrare publicată, dacă își menține valabi-

Scanned with OKEN Scanner

litatea, dispare din reviste și este inclusă în manuale. Pe măsură ce adevărurile se răspîndesc devenind un bun cîștigat general, lucrarea care le-a vehiculat își reduce din valoarea informațională. Se constată că 30% din articolele citate de o lucrare publicată, datează din ultimii 5 ani. Proporția crește pînă la 70% în disciplinele mai greu accesibile, cum sînt biologia moleculară sau fizica teoretică (117). Citările descresc invers proporțional cu vîrsta surselor. Relația este legitimă dacă avem în vedere că scopul unui mare număr de lucrări nu este decît de a permite progrese mărunte, după înfăptuirea cărora lucrarea care le-a provocat devine inutilă. Actualitatea informării este premisa unui start promițător în cercetare. Ea nu exclude accesul la izvoarele istorice din problema investigată, necesare ca punct de reper și ca model formativ.

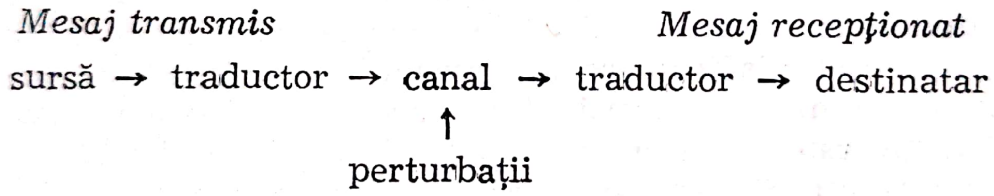
Operativitatea constituie o cale de atenuare a disocierii dintre volumul informațiilor și capacitatea noastră individuală de a le cunoaște. Oricîte eforturi ar depune, specialistul poate cunoaște în medie doar 1% din literatura mondială în original și încă 4% din referate, recenzii sau rezumate. Sînt ignorate deci 95% din totalitatea informațiilor, încît se poate spune, pe drept cuvînt, că „omenirea nu știe... ceea ce de fapt cunoaște". Cauza acestui decalaj îl constituie inaccesibilitatea lucrărilor și dificultăților de transmisie, dar și lipsa de timp. În legătură cu ultimul element, se apreciază că pentru studiu bibliografic se consumă pînă la 30—50% din timpul afectat cercetării, după gradul de perfecționare al sistemului de informare utilizat. Posibilitatea de a reduce această cheltuială, nu stă, evident, în tehnica documentării individuale, care a devenit nesatisfăcătoare în prezent. Autoinformarea nu poate fi nici completă și nici operativă. Introducerea mijloacelor moderne cu mare eficiență este singura cale susceptibilă de a depăși impasul în care se află știința. Crearea unui cadru organizatoric actual este o sarcină cu semnificație majoră pe care și-o asumă societatea și a cărei importanță este recunoscută și în țara noastră. Organizarea documentării

Scanned with OKEN Scanner

și a informării științifice și tehnice constituie un factor esențial în munca cercetătorilor, în întreaga viață științifică.

Conținutul informării nu poate fi restrîns la simpla erudiție, ci el cuprinde premisele de la care se desfășoară gîndirea proprie. Informarea este justificată, în cercetare, doar atunci cînd stimulează originalitatea. Ea nu reprezintă un scop în sine, ci doar un mijloc pregătitor pentru înfăptuirea descoperirii. Dacă pe planul culturii generale, într-adevăr, „sînt trei feluri de ignoranță: a nu ști ceea ce ar trebui să știi, a ști rău ce știi, a ști ceea ce n-ar trebui să știi" într-o diferențiere făcută de La Rochefoucauld, pentru cercetător se mai adaugă o altă formă: a ști doar pentru a ști, misiunea sa fiind în realitate cea de a dezvolta cunoașterea.

Sisteme organizate de informare. Necesitatea creării unui intermediar între producătorul și beneficiarul de informații a dus la constituirea uneia din disciplinele specifice secolului XX, *informatica*. Noțiunea a fost propusă de Hartley în 1928, în legătură cu specificul telecomunicațiilor și adusă în centrul atenției de Shannon, 1948, care elaborează teoria matematică a informației. În spiritul acesteia, informația reprezintă modalitatea de comunicare umană care transmite semnificații conceptuale sau emoționale în contexte logice, coerente sau legice, contribuind la lărgirea orizontului cunoașterii și la îmbogățirea spirituală (26). Folosind limbajul cibernetic la care informatica face în mod obișnuit apelul, Shannon a elaborat următoarea schemă:



Este structura sistemului simplu de comunicație, compus din emițător, canal de transmisie și receptor; conținutul mesajului de la intrare

Scanned with OKEN Scanner

se menține nemodificat la ieșirea din sistem. Din acest punct de vedere, activitatea cercetătorului apare ca un sistem instruibil de prelucrare a informației științifice, avînd deci capacitatea de a interpreta informația. Prin autogîndire, sistemul instruibil analizează, selectează și alege din mai multe răspunsuri posibile, pe cele corespunzătoare (26).

Transpus în condițiile cercetării, *circuitul informațional* începe prin comunicarea rezultatelor originale obținute. Ca autori, cercetătorii pot crește viteza transmisiei prin elaborarea de lucrări clare și concise, cu titluri informative și însoțite de rezumate judicios întocmite. Ei înlesnesc în acest fel munca sistemului de informare intermediar care asigură prelucrarea și regăsirea optimă a informațiilor introduse în cîmpul referențial. Închiderea circuitului se face de asemeni la cercetător. Ca beneficiar al informațiilor furnizate de alții, el trebuie să cunoască metodele principale utilizate în sistemele de informare colectivă, pentru a le putea folosi.

În această operație de transfer a cunoștințelor, sistemul de informare are mai multe obiective: obținerea, prelucrarea, păstrarea, regăsirea și transmiterea informațiilor. Toate aceste activități necesită instituții specializate, deservite de personal cu o calificare adecvată. Centrul activității l-au constituit pînă de curînd bibliotecile. „Leacul sufletului" erau cuvintele săpate pe frontispiciul bibliotecii din Teba antică. „Memoria omenirii" le caracteriza Herzen. „Depozite, laboratoare și instrumente ale științei" le apreciază mai recent P. Otlet. În atmosfera acestora s-au dezvoltat bibliologia generală — care studiază problemele teoretice ale utilizării cărții, biblioteconomia — ramură ce se preocupă de organizarea și funcționalitatea bibliotecilor, bibliografia — orientată spre cercetarea literaturii. Ne găsim în prezent într-o etapă cînd se concep servicii de documentare și informare cu un caracter mult mai complex. Documentariștii sînt dublați în activitatea lor de informaticieni, specialiști proveniți în parte din disciplina pe care o deservesc

Scanned with OKEN Scanner

din această ipostază, dar care posedă o serioasă pregătire de cibernetic-ieni și electroniști.

Vechile *sisteme de clasificare* utilizate de biblioteci, printre care și clasificarea zecimală — dominantă încă — au devenit nesatisfăcătoare. Toate aceste forme clasice se caracterizează printr-un volum de muncă redus în faza de organizare a materialului, dar asigură o viteză scăzută de regăsire. Acestui neajuns, important dacă avem în vedere fluxul informațional enorm care solicită tehnici operative, se adaugă cel al rigidității și structurii limitative. Sistemele moderne, care difuzează tot mai mult, situează la baza clasificării **cuvîntul-cheie.** Deși presupune un volum de muncă destul de important pentru indexare coordonată, oferă avantajul unei viteze de regăsire mult ridicată. Operația presupune cunoștințe detaliate de specialitate, astfel încît, practic, autorii lucrărilor sînt singurii în măsură să indice cuvintele -cheie cele mai potrivite pentru conținutul acestora.

Prin „cuvînt-cheie" se înțelege termenul care se găsește sub formă directă sau ascunsă în textul indexat, devenind astfel un semnalizator al său. Se recurge totdeauna la un număr mai mare de cuvinte-cheie (pînă la 10—15) pentru a putea releva toate aspectele principale ale problemei prezentate. Înscrierea se face în ordine alfabetică. Trebuiesc evitate sinonimele și omonimele. Indexatorul, care este în același timp și un specialist în domeniul la care se referă documentul, poate alege cuvintele cheie din textul acestui document. Valoarea metodei crește însă considerabil atunci cînd indexarea se face după o listă nominalizată de termeni bine selectați (72).

Există în prezent numeroase centre de documentare în cadrul cărora operațiile sînt mult înlesnite prin automatizare și cu deosebire prin cibernetizare. Tezaurizarea este făcută sub forma unor „comprimate informaționale" care ocupă un spațiu foarte redus. Cu ajutorul unui fascicul de laser se înmagazinează pe o suprafață cît vîrful unui ac o cantitate de informație de 50.000 biți („binary information term" =

BIT, unitate de măsură a informației). Clasarea și selectarea se realizează cu sisteme manuale (fișe perforate marginal sau fișe uniterm), sisteme semiautomate cu fișe perforate, sisteme cu selecție vizuală (fișe perforate cu cîmp) sau magnetică (benzi și discuri), fotografică (microfilme). Există mașini capabile de un miliard de operații pe secundă.

Sursele de informare se diferențiază după caracter în două tipuri: primare și secundare. Prin surse primare de informare se înțeleg originalele lucrării, articol publicat, film documentar, fotografie, comunicare etc. Consultarea acestora este indispensabilă avînd în vedere posibilitățile de modificare a conținutului teoretic — dacă cel faptic este reprodus cu fidelitate, cînd nu este neglijat — prin intervenția sistemului intermediar de informare. Ramon y Cajal enunță laconic: „cine rezumă, se rezumă pe el", atunci cînd se referă la contribuția subiectivă pe care o poate aduce cel care prelucrează materialul. De aci derivă unul din neajunsurile informațiilor prelucrate din a doua mînă, care ascund astfel pericolul unei intervenții (nu neapărat deliberate) în selectarea și ierarhizarea ideilor. Aportul fundamental al surselor secundare este de a ajuta la depistarea celor primare. Ele se prezintă sub forme foarte variate: cataloage, fișiere, liste bibliografice, buletine bibliografice („signaletice"), rezumate (abstracte), referate, recenzii. Numeroase institute specializate editează reviste referative, al căror număr total este de peste 350 în întreaga lume. Printre cele mai răspîndite se enumeră: Referativnîi Jurnal — care apare în 25 serii, prelucrînd 16.500 reviste, în 64 limbi, și însumînd peste 800.000 rezumate anual, Chemical Abstracts — care publică cca. 200.000 referate pe an, din peste 800 periodice de specialitate, Index Medicus — care semnalează aproximativ 200.000 titluri, fără rezumare, Buletinul de informare științifică și Revista de referate și recenzii — editate de Centrul de documentare științifică al Academiei R.S.R., fiecare cu 12 serii etc. etc. Un mijloc în plină dezvoltare îl constituie listele bibliografice la comandă, elaborate de serviciile documentare de profil.

Scanned with OKEN Scanner

Dinamica și mijloacele informării individuale. Cercetătorul beneficiază tot mai mult de documentaristica instituționalizată și de efortul specialiștilor integrați în sisteme centralizate de informare. Participă însă el însuși la activitatea aceasta indispensabilă, și privită în ansamblu, intervenția sa este — de fapt — cu mult prioritară. Capacitatea de muncă însemnată, interesul permanent față de actualități, accesul către limbile cu mare circulație, inițiativele manifestate în organizarea unui fond propriu de materiale informative, sînt factori care definesc personalitatea oricărui om de știință. Diferențiem din acest punct de vedere al relației cu procesul informațional, informarea indirectă și pe cea directă. Prima exprimă activitatea bazată pe utilizarea sistemelor organizate, colective, a doua reflectă totalitatea formelor individuale.

După aria pe care o acoperă, informarea se prezintă sub două tipuri, ambele în egală măsură necesare. Pentru cunoașterea progreselor de importanță generală din toate domeniile principale ale științei, se impune „informarea generală curentă". Studiul selectiv și aprofundat al lucrărilor orientate pe o anumită problemă, în întreaga sa evoluție istorică, este scopul *informării tematice*. Diferența constă deci în extindere, dar și în adîncime. În ambele planuri, procesul se poate desfășura atît în sensul *informării retrospective*, de punere în posesia cunoștințelor realizate anterior, cît și în cel al *informării la zi*. Ultima variantă este cea care conferă, în informarea tematică, valoarea specialistului bine familiarizat cu toate problemele care se ivesc în cîmpul preocupărilor pe care le are.

În dinamica activității, punctul de plecare îl constituie *informarea inițială*, cea care deschide perspectivele largi asupra cercetării ce va fi întreprinsă. Competența se dobîndește prin îmbogățirea sistematică a acesteia în tot cursul investigațiilor, continuînd chiar și în perioada redactării lucrării. A. Avramescu și V. Cîndea recomandă un principiu metodologic verificat, adevărată strategie a informării bibliografice. Pentru a putea cuprinde toate implicațiile obiectului cercetat, este nece-

Scanned with OKEN Scanner

Dinamica și mijloacele informării individuale. Cercetătorul beneficiază tot mai mult de documentaristica instituționalizată și de efortul specialiștilor integrați în sisteme centralizate de informare. Participă însă el însuși la activitatea aceasta indispensabilă, și privită în ansamblu, intervenția sa este — de fapt — cu mult prioritară. Capacitatea de muncă însemnată, interesul permanent față de actualități, accesul către limbile cu mare circulație, inițiativele manifestate în organizarea unui fond propriu de materiale informative, sînt factori care definesc personalitatea oricărui om de știință. Diferențiem din acest punct de vedere al relației cu procesul informațional, informarea indirectă și pe cea directă. Prima exprimă activitatea bazată pe utilizarea sistemelor organizate, colective, a doua reflectă totalitatea formelor individuale.

După aria pe care o acoperă, informarea se prezintă sub două tipuri, ambele în egală măsură necesare. Pentru cunoașterea progreselor de importanță generală din toate domeniile principale ale științei, se impune „informarea generală curentă". Studiul selectiv și aprofundat al lucrărilor orientate pe o anumită problemă, în întreaga sa evoluție istorică, este scopul *informării tematice*. Diferența constă deci în extindere, dar și în adîncime. În ambele planuri, procesul se poate desfășura atît în sensul *informării retrospective*, de punere în posesia cunoștințelor realizate anterior, cît și în cel al *informării la zi*. Ultima variantă este cea care conferă, în informarea tematică, valoarea specialistului bine familiarizat cu toate problemele care se ivesc în cîmpul preocupărilor pe care le are.

În dinamica activității, punctul de plecare îl constituie *informarea inițială*, cea care deschide perspectivele largi asupra cercetării ce va fi întreprinsă. Competența se dobîndește prin îmbogățirea sistematică a acesteia în tot cursul investigațiilor, continuînd chiar și în perioada redactării lucrării. A. Avramescu și V. Cîndea recomandă un principiu metodologic verificat, adevărată strategie a informării bibliografice. Pentru a putea cuprinde toate implicațiile obiectului cercetat, este nece-

Scanned with OKEN Scanner

sară mai întîi o documentare sumară extinsă în suprafață, o inspecție asupra domeniului mai larg în care se află tema de cercetare. Pe măsura trecerii spre adîncirea subiectului, se cere un studiu mai detaliat asupra unui mare număr de lucrări. În apropierea imediată a temei, se impune studierea insistentă a lucrărilor apărute anterior, pînă la limita cunoștințelor actuale care urmează să fie extinsă prin cercetarea respectivă.

Ordinea consultării materialului nu trebuie să fie întîmplătoare. Este necesar un program prioritar bine alcătuit. „Selectare înțeleaptă mai curînd decît totul — este cheia lucrului în bibliotecă" (136). Printre criteriile care ne orientează, primul este cel al densității maxime de informații. Ne adresăm de aceea în primul rînd tratatelor și enciclopediilor, monografiilor de specialitate. În această fază sînt de valoare neprețuită revistele referative care stochează un număr însemnat de lucrări, a căror identificare este foarte ușoară. Listele bibliografice și cataloagele tematice, atunci cînd există, trebuiesc solicitate serviciilor de documentare care le posedă. Plecînd de la acest fond, care implică și citări ale altor surse, atenția se îndreaptă în continuare spre publicațiile periodice. În acest cadru, preferăm lucrările recente care ne oferă stadiul actual, trasîndu-ne totodată și evoluția istorică a problemei. Deși se consideră că investigarea ultimilor 5 ani este în genere satisfăcătoare, adîncimea informării retrospective devine deseori mult mai importantă, în raport cu ritmul dezvoltării cunoștințelor. Inițial, articolele-referat sînt mai căutate, pentru ca pe parcurs să fim mai atrași de investigații originale circumscrise. Se procedează uneori prin alcătuirea, în primul timp, a bibliografiei care va fi apoi consultată. O astfel de delimitare este totuși, în fapt, inoperantă, întrucît identificarea unui număr de surse se face doar prin căutarea semnalărilor făcute în corpul altor lucrări („bibliografie ascunsă"). În principiu se tinde spre o informare variată, avînd în vedere că nu există nici o carte care să fie completă, iar privirea

Scanned with OKEN Scanner

unei probleme din direcții diferite, o face totdeauna mult mai bine înțeleasă.

În consultarea articolelor din periodice este recomandabil a parcurge mai întîi rezumatul. Atunci cînd contribuția adusă se încadrează interesului urmărit, vor fi analizate rezultatele și semnificația lor, ușurînd mult lectura — și chiar substituind-o — prin analiza figurilor și a tabelelor. Se studiază în continuare metoda folosită, evaluînd critic actualitatea și rigurozitatea ei și — doar în ultimă instanță — atenția se concentrează asupra discuțiilor. Un aspect cu mare importanță practică îl constituie *tehnica cititului*. Capacitatea obișnuită de lectură este de 150—250 pagini la zi, cu perspectivele de optimizare destul de reduse la maniera obișnuită. Pentru creșterea operativității, se recurge la metode accelerate de citire. Așa este parcurgerea paginii în diagonală sau luminarea unor grupuri limitate de cuvinte cu ajutorul unor aparate care lasă în umbră restul cîmpului vizual. Ambele imprimă forțat un ritm constant, deoarece împiedică revenirea asupra textului și dispersarea atenției. Alt principiu se bazează pe selectarea vizuală a unor cuvinte semnificative care orientează asupra conținutului fragmentului respectiv, scutind de necesitatea de a percepe toate cuvintele din text. Cu asemenea procedee s-a ajuns pînă la un randament de 600—1000 și chiar mai multe cuvinte pe minut.

Trebuie să subliniem însă, că pentru informarea științifică, nu poate fi realizată uniformizarea tehnicii lecturii, deoarece viteza depinde de însemnătatea conținutului și densitatea noțiunilor expuse. Pentru fiecare text este bine să se folosească maniera cea mai adecvată. Fr. Bacon atrăgea și el atenția asupra acestui imperativ. „Sînt cărți pe care se cuvine doar să le guști ușor; sînt altele pe care trebuie să le înghiți și să le citești repede; sînt, în sfîrșit, altele, ceva mai puține, pe care e bine să le rumegi și să le digeri. Adică, unele cărți trebuie să le explorezi parțial, altele să le citești fără a stărui prea multă vreme asupra lor, însă altele, puține, să le studiezi cu grijă, dîndu-le o deose-

Scanned with OKEN Scanner

bită atenție". În acest fel, trebuiesc citite integral și cu multă atenție lucrările concise, cu argumentare strînsă și material important. Selecționăm totdeauna articole sau cărți de bază, care sînt reluate mereu, pe măsură ce înaintează propriile noastre cercetări. Lectura rapidă poate fi la rîndul său extrem de utilă în explorarea sumarelor, a listelor bibliografice sau a textelor cuprinzătoare pe care le parcurgem doar pentru a prinde, ocazional, ceva util.

Pentru **înregistrarea datelor** culese prin lectură sînt disponibile modalități multiple, alese după scopul urmărit. *Conspectul* sau referatul informativ conține într-o formă generalizată toate datele esențiale din documentul primar, materialul care ilustrează aceste date, argumentarea lui principală, datele privind metodica cercetării (72). Reprezintă un material cu bogat conținut de idei, care urmează a fi prelucrat în cursul redactării lucrării personale. Deși utilizat într-un sens asemănător, *rezumatul* (referatul indicativ) redă doar principalele date legate de tematica urmărită, omițînd informațiile de interes secundar pentru aceasta. Notarea este sintetică și sistematică în ambele situații, cuprinzînd toate coordonatele bibliografice necesare pentru identificarea sursei [a se vedea normele întocmirii bibliografiei la capitolul privind redactarea lucrării științifice]. Pentru întocmire, se recomandă foi volante cu dimensiuni egale, care oferă față de caietele de lectură superioritatea grupării lor tematice sau alfabetice, după necesități. Pentru înregistrarea datelor exclusiv cu caracter bibliografic se întocmește *fișa bibliografică* („de referință"). Standardul internațional recomandă dimensiunile 125/75 mm, dar pentru fondul personal este esențial doar ca dimensiunile să fie aceleași pentru toate, în vederea clasării lor. Informațiile de fond sînt notate independent una de alta pe *fișe documentare* („analitice", „de studiu"). Fiecare fișă cuprinde o singură idee care va fi utilizată în redactare la locul corespunzător. Pentru identificarea rapidă a conținutului acestor fișe se folosesc cuvinte-cheie iar indicațiile bibliografice se fac prescurtat și simbolic, avînd în vedere că la

Scanned with OKEN Scanner

originea unui număr mai mare de fișe de acest tip poate sta aceeași sursă documentară. Textele și expresiile preluate întocmai sînt notate între ghilimele. Este util să se adauge comentarii personale, aprecieri sau sugestii induse în momentul lecturii, de informația respectivă. Dimensiunile standard sînt de 210/148 mm principalul fiind și aici de a se respecta aceeași mărime. Importanța practică a utilizării sistemului de fișe este unanim acceptată și, în mod legitim, s-a spus că „știința este imposibilă astăzi fără fișe". Se adaugă acestora și *notele de lectură, extrasele*, adnotările și schematizările făcute pe cărțile din biblioteca personală. Ultimul procedeu, cel al *notelor marginale*, facilitează considerabil lectura, la reluare, și conduce către asimilarea organică și activă a materialului. Despre Karl Marx, P. Lafargue arăta că privea cărțile drept instrumente spirituale și nu obiecte de lux: „sînt sclavele mele și trebuie să mă servească așa cum doresc eu". Se face de asemenea foarte frecvent referință la maniera activă și critică pe care o folosea Lenin, ale cărui adnotări și sublinieri pot fi luate ca exemplu.

Fondul documentar personal este absolut indispensabil oricărui cercetător, chiar atunci cînd dispune în instituția unde activează de un serviciu bine organizat. Se cuprind aci în primul rînd cărțile achiziționate și abonamentele, dar, un imens ajutor îl oferă sistemul modern al extraselor cerute de la autori prin formulare poliglotă (fig. 6). Este important ca fișele și conspectele, extrasele și articolele desprinse din reviste, să fie astfel grupate încît regăsirea să fie cît mai ușoară. În organizarea documentării individuale nu se ia în discuție decît sistemul clasificării tematice sau cel al indexării coordonate cu ajutorul cuvintelor-cheie. Ambele sînt în măsură să asigure flexibilitatea structurală a materialului și totodată preciziunea coordonatelor, răspunzînd astfel unui deziderat fundamental, asupra căruia H. Spencer a atras în următorii termeni atenția „ceea ce este mai important de știut despre un lucru, este locul unde acesta poate fi găsit atunci cînd îl cauți".

Scanned with OKEN Scanner

Уважаемый товарищ
Monsieur, et très honoré collègue
Dear Doctor
Sehr geehrter Herr
Яа был вы очень благодарен если вы послали мне краткое содержание вашей статьи
Je vous serais très obligé de m'envoyer un tirage à part de votre article intitulé
I would greatly appreciate a reprint of your article
Für die Übersendung eines Sondeabdrucks Ihrer Arbeit

.....

.....

Искренно благодарю вас.
Je vous en remercie par avance et vous prie de croire Monsieur, à mes sentiments les plus distingués
Sincerely yours
Wäre ich ihnen sehr dankbar. Ihr ergebener

Fig. **6.** **Textul quadrilingv al unei cereri de extrase (format carte poştală).**

O formă extrem de valoroasă de informare este participarea la manifestările ştiinţifice şi contactul direct cu alţi cercetători. Se creează pe această cale posibilitatea cunoaşterii operative şi de ultim moment a achiziţiilor realizate de grupuri de cercetare dispersate. Materialele publicate ale congreselor devin un compendiu informaţional care îşi va păstra actualitatea mulţi ani în şir.

Scanned with OKEN Scanner

Delimitarea volumului de cunoştinţe necesar unei cercetări eficiente nu poate fi prestabilită. Cu cît informarea este mai largă, premisele cercetării sînt mai temeinice iar ipotezele mai cuprinzătoare. În raport cu specificul domeniului, însăşi valoarea operei ştiinţifice poate fi proporţională cu importanţa muncii de documentare. Un exemplu ilustru ni-l oferă Karl Marx care, pentru a scrie Capitalul a conspectat peste 1500 cărţi. În ştiinţele exacte, unde momentul esenţial rămîne culegerea de noi fapte, cercetătorul nu trebuie să se transforme în documentarist, sarcina sa principală fiind creaţia ştiinţifică. Activitatea de informare se desfăşoară pînă la momentul cînd are loc fertilizarea propriei gîndiri; „să ştiţi să vă opriţi cînd aveţi sentimentul că v-aţi confecţionat un bun instrument", recomandă J.-N. Maillard şi J.-P. Benhamou; „trebuie să gîndeşti înainte de a acţiona, dar trebuie să acţionezi" îndeamnă şi R. Leclerq. „Studiul unei mari opere se face doar pînă cînd din admirator devii judecătorul ei", a relevat foarte nuanţat Ramon y Cajal momentul cînd se virează de la poziţia de studios la cea de critic şi prin aceasta de potenţial creator. Studiul bibliografic continuă apoi şi după începerea cercetării originale, pentru confruntare cu progresul înregistrat în alte cercuri, ca şi pentru explicarea unora din datele care surprind. În ansamblu se caută răspuns la mai multe probleme: stadiul de dezvoltare al cunoştinţelor, metodele şi tehnicile cele mai adecvate ipotezei de lucru propuse, semnificaţia contribuţiei originale, posibilităţi de integrare a ei în sistemul general al ştiinţei respective.

Metodele informării şi documentării ştiinţifice se găsesc în prezent într-o fază de perfecţionare accelerată. Practicile dobîndite empiric în adunarea materialului informaţional au devenit cu totul insuficiente; cerinţele ştiinţei moderne impun şi extinderea noilor sisteme de informare cu eficienţă crescută. Este de aceea necesară crearea unui cadru organizatoric corespunzător, prin eforturile conjugate ale oamenilor de ştiinţă şi ale instituţiilor de cercetare.

Scanned with OKEN Scanner

METODOLOGIA GENERALĂ A CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE

Știința realizează o unitate dialectică prin însumarea a două componente esențiale: teoria și metoda științifică. Teoria constă din fondul de cunoștințe acumulate, transpuse într-o formă rațională, de concepte și legi, iar metoda este modul de a opera cu acestea pentru a putea dezvolta în continuare cunoașterea. Aceste aspecte sînt inseparabile. Teoria științifică ar deveni un volum static, același pentru totdeauna, dacă progresul în cunoaștere nu ar fi posibil. Metoda izolată din contextul informațional al științei devine improprie pentru descoperire și astfel, inutilă. Tocmai metoda, ca unică modalitate de stabilire a adevărului științific, este elementul care conferă științei mobilitatea și perfectibilitatea.

Metoda aparține planului rațional. Ea reprezintă un mod particular de a gîndi, și din acesta derivă apoi modalitatea de acțiune practică. În limbajul cotidian, termenul este deseori folosit, prin extrapolare, pentru a exprima înseși procedeele tehnice la care se recurge în diferitele discipline. Aceste două noțiuni nu se confundă însă, ele aparțin unor trepte distincte ale cunoașterii, fiind legate printr-un raport de la ideal la material, de la teorie la practică. De exemplu, dispunem de o metodă radioizotopică, ce constă în utilizarea unor substanțe marcate pentru a le putea urmări traiectoria, dar există și numeroase tehnici radioizotopice, care o transpun practic. Corespunzător, respectăm

Scanned with OKEN Scanner

distincția cuvenită și între „metodologie", teoria despre metodă, și „metodică", ansamblul tehnicilor de lucru folosite în diferite domenii.

În activitatea de cercetare, fiecare disciplină științifică folosește un vast arsenal de metode. Unele sînt specifice și altele sînt preluate de la disciplinele înrudite sau interferate. Modul de a opera cu acestea reprezintă *metodologia particulară* a diverselor științe. Aceasta se situează la un nivel subordonat *metodologiei generale* a științei, care cuprinde metodele aplicabile în toate domeniile sau, în orice caz, care întrunesc un înalt grad de generalitate. Însușirea și perfecționarea metodologiei științifice este hotărîtoare. Karl Marx observa că „adevărul nu include numai rezultatul, ci și calea care duce la el". Metoda deschide perspectiva cunoașterii și ne dă garanția descoperirilor. Pentru omul de știință este mai important să știe cum să dezvolte cunoștințele, decît să posede un anumit volum de cunoștințe istoricește limitate. De eficiența utilizării metodei — cuprinzînd aci modul de soluționare al unei probleme, dar și cunoașterea surselor de eroare — depinde în proporție însemnată reușita activității de cercetare și chiar economicitatea ei. „Metoda, iată lucrul esențial mulțumită căruia se poate face relativ mult lucru în puțin timp", releva încă de mult S. Smiles.

Privită în dinamica ei istorică, metodologia cercetării a prezentat o perfecționare continuă, mult accelerată în perioada științei moderne. Pe măsură ce a fost sesizată importanța unui anume factor, au fost propuse sisteme unilateralizate de cunoaștere. Metoda raționalistă a lui Descartes a urmat metodei empiric-inductive a lui Bacon. O dată depășită etapa acestei polarizări și stabilindu-se ponderea reală și echilibrul dialectic dintre cele două principale căi, nu au lipsit noi devieri stîrnite de introducerea unor metode care, în domenii particulare, se dovediseră deosebit de eficace. Deși clarificată sub aspectele fundamentale, metodologia științei oferă și în prezent probleme de rezolvat, cu atît mai mult cu cît îmbogățirea ei — în direcții și semnificații — continuă. „În știință avem de-a face cu o sistematică coordonare a

Scanned with OKEN Scanner

eforturilor, pentru a ne mări experienţa şi a dezvolta concepte potrivite pentru înţelegerea ei", exprimase N. Bohr un deziderat a cărui actualitate persistă.

Recoltarea faptelor cu semnificaţie ştiinţifică. Punctul de plecare al oricărei ştiinţe constă din contactul direct cu realitatea. Principiul metodologic de bază este de aceea studierea cît mai corectă şi cuprinzătoare a sectorului care constituie obiectul cercetării, pentru extragerea faptelor care prin semnificaţia lor vor permite generalizările teoretice. „Faptele sînt aerul savantului" a subliniat Pavlov, dorind să precizeze poziţia acestora pentru ştiinţă. „Ştiinţa nu poate niciodată să se lipsească de realitate" şi-a exprimat lapidar poziţia şi Max Planck. Adevăraţii oameni de ştiinţă se preocupă în primul rînd de a aduna probe şi, doar pornind de la ele se încumetă să formuleze explicaţii, şi nu invers. Pentru că, aşa cum observa L. Blaga privitor la întregul activităţilor omeneşti, „cînd cauţi comori, nu sapi în nori, ci în pămînt". Ancorarea solidă în concret conferă adevărata valoare a cercetării.

Criteriul principal de acceptare a rezultatelor cercetării este **obiectivitatea** lor. Cunoaşterea care deformează realitatea este nu numai inutilă, ci chiar periculoasă. Pentru a respecta această condiţie se cere ca omul de ştiinţă „să vadă ceea ce există, nici mai mult, nici mai puţin. El trebuie să fie un fotograf al fenomenelor" (17). Pentru a asigura baza solidă a cunoştinţelor se impune ca faptele de la care pornesc să fie sigure şi exacte. În acest scop se impune culegerea unui volum suficient de fapte, în aşa fel încît aproximarea generalizărilor la care conduc să fie cît mai redusă *(„casus unus, casus nullus")*. Studierea realităţii se face în complexul interrelaţiilor naturale şi în dinamismul evolutiv al fenomenelor. Frontul îngust al cercetării nu permite abordarea exhaustivă într-un singur timp, permite doar fragmente de cunoaştere. În perspectiva dezvoltării ştiinţei, această lege a reflectării se cere respectată în aşa fel încît realitatea să fie cunoscută integrativ. Prin faptul că cercetarea este orientată de o idee prestabilită, operaţia

Scanned with OKEN Scanner

de culegere devine selectivă. Este modalitatea care îngăduie pătrunderea și descifrarea legăturilor cauzale. Operînd în acest fel dintr-o necesitate obiectivă, cercetătorul întîmpină mari dificultăți în alegerea faptelor cu adevărat pline de interes. Intervine aci valoarea celui care discerne, factor de care depinde în esență importanța descoperirilor, pentru că „a inventa, înseamnă a alege" într-o relevantă definiție a lui H. Poincaré. Urmărirea strînsă a faptelor pe care le pune în lumină ipoteza de lucru, procedeu dictat de limitele capacității noastre de recepționare și înțelegere într-un moment dat, nu trebuie ridicată la rang de principiu. În orice domeniu al cunoașterii este necesar să acordăm atenție și împrejurărilor din care s-a extras informația respectivă. Prin reorientări succesive ale interesului maxim, realizăm cunoașterea integrativă, singura utilă omului. În acest fel, nimic nu poate fi considerat ca neglijabil pentru știință. Chiar fapte mici, se pot dovedi pînă la urmă detalii esențiale, fapte fundamentale în realitate. Excluzînd, de exemplu, dintr-o serie statistică acele valori aberante care depășesc limitele de acțiune ale legii bănuite sau știute de noi, putem trece peste importante descoperiri. Rezultatele neobișnuite au deci aceeași semnificație cognitivă ca și cele înscrise în aria înțelegerii noastre. Acceptînd utilitatea concentrării asupra ideii pe care o urmărim și necesitatea de a începe cercetarea cu părți selectate din natură, recunoaștem și nevoia extinderii metodice a investigației. O facem noi sau alții, cunoașterea tinde în mod necesar spre completitudine.

Garanția **exactității** faptelor ne-o dă verificarea lor. Acest control al veridicității se realizează pe diferite căi, la care recurgem de regulă în mod conjugat. Urmărind repetabilitatea fenomenelor putem diferenția înlănțuirile legice, necesare pentru fundamentarea științei, de cele întîmplătoare. Matematica ne ajută în a stabili lungimea pe care urmează s-o asigurăm seriilor noastre de rezultate pentru a le face semnificative. Realizăm verificarea și prin investigații paralele, efectuate cu metode diferite, confruntînd rezultatele și stabilind concordanța sau

Scanned with OKEN Scanner

discordanța lor. Atunci cînd este posibil, în observație, și în toate cazurile cînd experimentăm, verificăm proba printr-o contraprobă. Același scop poate fi realizat și prin raportarea la un etalon binecunoscut. Compararea cu indicatorul pasiv poate fi însă derutantă atunci cînd nu îi cunoaștem în întregime relațiile condiționale.

Un alt deziderat al cercetării este **preciziunea.** Derivînd din acesta, s-a impus matematizarea progresivă a științelor contemporane, proces care interesează nu numai disciplinele „exacte", ci și pe cele biologice, psihologice, sociale etc. Este vorba de perfecționarea metodologiei științifice bazată pe cantificare și pe calculul probabilităților. Exprimarea cantitativă nu reprezintă deloc o noutate metodologică. Încă de mult, Galileo Galilei a făcut recomandări ferme, cerînd „să măsurăm tot ce se poate măsura și să facem măsurabil ceea ce nu putem măsura imediat". Tendința s-a accentuat odată cu dezvoltarea modernă a științei, fiind favorizată de producerea unor instrumente tot mai perfecționate de măsurare. Karl Marx stabilește o legătură între gradul de maturizare a științelor și *matematizare,* astfel: „o știință nu este cu adevărat dezvoltată, decît atunci cînd ajunge să se poată folosi de matematică."

Mijloacele de care dispune cercetarea pentru *cantificarea* rezultatelor sînt foarte variate. Se recurge, astfel, la măsurarea tuturor manifestărilor cantitative ale fenomenelor și la exprimarea metrică indirectă a celor calitative, cu ajutorul efectelor lor cantitative, atunci cînd pot fi puse în evidență. Scările de adjective sînt substituite prin scări de mărimi exacte. Fenomenele complexe rezultate din interferența unui număr mai mare de fenomene elementare sînt caracterizate cu ajutorul unor indici cantitativi sintetici. Atunci cînd fenomenele nu sînt accesibile în mod direct se recurge la măsurări indirecte prin procedeul de „testare". Valoarea testelor de explorare, utilizate larg în biologie, dar și în științele psiho-sociale, este foarte inegală încît metoda cere multă prudență în interpretare. În principiu, se urmărește ca fiecare fenomen să fie caracterizat cu ajutorul prelucrărilor statistico-ma-

Scanned with OKEN Scanner

tematice, pentru a se da o expresie matematică individualității lor și pentru a se evalua semnificația diferențelor care le separă. În perspectivă, se întrevede ca verosimil momentul cînd „va trebui să gîndim în numere" (117).

Maniera de explorare a realității poate fi *directă,* așa cum este cazul în observație și experiment. Cercetarea are însă altădată un caracter *indirect,* avînd ca obiect modele ale fenomenelor din natură. Pentru ușurința identificării unor entități sau a aspectelor care o definesc se poate recurge la metoda tipizării. Capacitatea noastră de înțelegere sporește mult dacă aplicăm în cercetare modul de gîndire cibernetic, pentru a pătrunde conexiunile dintre fenomene, sau punctul de vedere istoric, pentru caracterizarea lor evolutivă. După sensul cronologic în care se desfășoară activitatea de cercetare se distinge varianta retrospectivă și cea prospectivă, mult mai bogată în informații. Practic se recurge frecvent la o primă triere („screening".) adresată unei mulțimi din care se selectează în acest fel grupurile supuse în a doua etapă altor explorări complete. Un important auxiliar al cercetării îl constituie *instrumentele și procedeele tehnice.* Utilitatea lor este condiționată de caracterul adecvat în raport cu necesitățile concrete ale cercetării efectuate". Trebuie să căutăm tehnici potrivite problemei care ne interesează și nu probleme adaptate tehnicilor de care dispunem" (114). Înțelegem de ce succesul cercetării nu este deloc proporțional cu amploarea tehnicii care o deservește, la originea descoperirilor stînd totdeauna pe o poziție prioritară, ideile.

Etapa trecerii de la fapt la teoria științifică. Datele obținute sînt supuse prelucrărilor matematice și grafice și sînt organizate logic, transformate într-un material sistematizat. Culegerea lor este totdeauna urmată de activitatea rațională prin care se face trecerea de la bagajul faptic la teza științifică. „Faptele sînt materiale utile, dar numai prin punerea lor în acțiune cu ajutorul raționamentului, adică al teoriei, se organizează și se clădește știința" (16). Prin mărturia faptelor poate

Scanned with OKEN Scanner

fi dezvăluit adevărul ştiinţific, dar simpla aglomerare de fapte — oricît de bogată — nu constituie prin ea însăşi ştiinţa. Mişcarea cunoaşterii se face de la concret la abstract şi de la particular la general, cu mereu repetate reveniri, care asigură, progresiv, completitudinea procesului. Activitatea raţională devine mai complexă atunci cînd urmăreşte şi precizarea relaţiilor de cauză — efect. Mai mult, intervenţia teoriei ştiinţifice se manifestă şi în stabilirea evoluţiei viitoare a fenomenelor, graţie previziunii, care prin aportul său cognitiv a devenit o metodă veritabilă de cercetare. Activitatea omului de ştiinţă pleacă deci de la practică, fiind iniţiată de raţiune, trece prin treapta senzorială a cunoaşterii şi revine în sfera raţiunii, ajungînd prin scopul său final la practică. Întreagă această dinamică solicită o activitate intelectuală susţinută. Gîndirea creatoare rămîne permanent activă chiar în cursul celor mai tehnice şi concrete acţiuni. Nevoia de gîndire a rămas în tot cursul istoriei la fel de imperioasă ca şi atunci cînd Democrit pretindea: „trebuie să cultivăm multă gîndire, nu multă învăţătură". Puterea de cunoaştere a gîndirii teoretice este într-adevăr considerabilă. Marele metodolog al ştiinţei, Claude Bernard, a exprimat astfel contribuţia pe care ea o poate aduce: „o oră de sinteză face cît ani întregi de analiză".

Filozofia materialistă a argumentat îndeajuns *primatul faptului* în întreaga sferă a cunoaşterii. Pentru ştiinţă, această relaţie a fost acceptată chiar atunci cînd a părut ilogică în lumina cunoştinţelor din momentul istoric respectiv. Ch. Darwin mărturiseşte: „m-am străduit mereu să-mi păstrez mintea destul de clară, ca să pot renunţa la orice ipoteză, oricît de ispititoare mi s-ar fi părut, de îndată ce mi s-a demonstrat că faptele o contrazic." Aceeaşi conduită a fost urmată de toţi descoperitorii de valoare, deşi nu rareori, cu amărăciune: „un fapt urît ucide o ipoteză frumoasă" se plîngea Hux. În acest fel, chiar dacă un singur fapt contrazice o ipoteză, urmează să o revizuim, stabilind concordanţa cu rezultatele obţinute. Renunţarea presupune autocontrol şi obiectivitate. Presupune în acelaşi timp verificarea faptului care o infirmă, dacă nu

Scanned with OKEN Scanner

constituie prin frecvența sa o regulă. Este posibil ca ipoteze de mare valoare să pară doar contrazise de realitate, atunci cînd au loc greșeli de investigație. În asemenea împrejurări, convingerea și curajul de a prelungi cercetarea aduc pînă la urmă mărturia justeții ideii. Faptul obiectiv rămîne și aci prioritar, ceea ce s-a dovedit inadecvat fiind doar modul nostru de a-l vedea. În acest fel oamenii de știință sînt totdeauna *„non naturae magistri, sed discipuli"*, nu stăpîni, ci elevi ai naturii. Scopul cercetării se dovedește mereu același: „A face cercetare nu pentru a inventa teorii, ci pentru a pune în valoare fapte" afirma convingător Al. Fleming.

Surse de eroare și posibilități de prevenire a lor. Fiecare din etapele succesive ale activității de cercetare este susceptibilă de numeroase erori. Cunoașterea posibilităților de apariție a acestora oferă metodei siguranța necesară. Prin analiza lor metodologia științei a învățat să le evite în mare măsură. Un prim grup de erori derivă din *organizarea deficitară* a operațiilor care se înlănțuiesc în faza de investigare. Neglijențele și neatenția, omisiunile, substituirile, pot deveni primejdioase dacă nu sînt sesizate. Prin frecvența lor sînt mai importante decît erorile de logică, fapt care impune cercetătorului o disciplină și ordine cu totul remarcabile în colectarea și înregistrarea datelor. O importantă sursă de erori o reprezintă *tehnica* introdusă în cercetare. Progresul tehnic a mărit mult capacitatea noastră de cunoaștere, dar concomitent, și riscul erorilor. Acestea devin cu atît mai greu de depistat, „cu cît sînt înveșmîntate în haina hipnotizatoare a unei înalte tehnicități" (88). Un exemplu ilustrativ din acest punct de vedere îl oferă aparatele optice de mărire, unde erorile se amplifică, s-ar putea spune, proporțional cu gradul de mărire al imaginii. Numeroase erori de măsurare amenință cercetările de mare precizie care se folosesc de instrumente tot mai complicate, dacă nu se recurge permanent la etalonări de control. Chiar adoptînd o atitudine circumspectă și respectînd normele de funcționare cu rigurozitate, toate aparatele sînt caracterizate de un anumit

Scanned with OKEN Scanner

„coeficient de eroare", după cum reacțiile chimice cer o „limită de toleranță". Important este ca amplitudinea acestora să nu întreacă valori contradictorii cu nevoia de exactitate și preciziune. Însăși utilizarea cifrei în cercetare aduce cu sine o serie importantă de erori. Din punct de vedere al elementului de referință se disting, în această categorie, erori reale și aparente. Primele corespund diferenței dintre valoarea măsurată și valoarea adevărată. Avînd în vedere că ultima cifră nu ne este, practic, cunoscută, o înlocuim de fiecare dată cu media unor măsurători. Prin acest procedeu se creează însă o eroare aparentă exprimată cantitativ prin diferența dintre această valoare medie calculată și valoarea absolută caracteristică fenomenului.

Erorile de măsurare pot fi realizate în diverse tipuri. Cauza lor este uneori obiectivă, constînd din acțiunea unor factori naturali care scapă — cel puțin temporar, pînă la identificarea lor — controlului nostru. Cauzele instrumentale sînt condiționate de precizia instrumentului utilizat și de abaterile sale. Cauzele accidentale constau din influențe întîmplătoare exercitate la oricare nivel în procesul de cercetare. Importante erori pot deriva dintr-o prelucrare statistică defectuoasă, fie prin definirea nesatisfăcătoare a unor unități de măsură, prin înregistrarea incorectă a datelor, nesatisfacerea normelor de eșantionaj și comparabilitate, analiză statistică unilaterală, calcule greșite. În plan rațional, nerespectarea principiilor logice formale și utilizarea unor teorii greșite sînt generatoare, de asemenea, de erori.

Factorul subiectiv, cercetătorul, reprezintă o sursă de erori extrem de importantă. Desemnăm prin „subiectivitatea cercetătorului" tot ce aduce omul de știință în acțiunea de cunoaștere a realității. Se face o distincție între subiectivitate și aspectul inevitabil subiectiv al procesului de cunoaștere. Subiectivitatea cuprinde factori axiologici, perceptivi și de personalitate. Subiectivismul este o formă de manifestare a subiectivității, și anume aceea care nu este coincidentă cu obiectivitatea (73).

Scanned with OKEN Scanner

Influența subiectivă poate altera atît recepționarea, evaluarea, cît și interpretarea teoretică a datelor. Intervenția sa negativă este îndepărtată prin procedeul **„orb" și „dublu-orb"** de cercetare. Principiul acestuia constă în examinarea unui anumit material fără a se cunoaște cărui lot experimental îi aparține. În mod practic, coordonatorul echipei repartizează specialiștilor materialul pe care urmează să-l studieze. Evident că pentru a nu se pierde beneficiul atenției dirijate, aceștia trebuie să cunoască variabilele urmărite, atunci cînd au în față un complex mai larg de parametri. Ceea ce nu trebuie să cunoască cei care fac evaluarea rezultatelor este sensul variației, raportarea sa la ipoteza de lucru. Greșelile înregistrate se fac mai ales în direcția dorită de autor. Nu este neapărat vorba de o problemă etică. Cercetătorul onest și conștient desfășoară activitatea în așa fel ca prejudecățile lui să nu influențeze rezultatele. Cu toate acestea „doar naivul și necinstitul susține că obiectivitatea sa este o suficientă garanție" (136). Organizarea cea mai exigentă a unei cercetări presupune ca observatorul care face măsurările, comparațiile și raporturile să nu cunoască identitatea subiecților pe care îi studiază. Micile deformări care au loc nu sînt conștiente, ceea ce justifică oportunitatea observației și a experimentului „orb". Rigurozitatea crește prin extinderea procedeului la o a doua verigă intermediară din lanțul investigatorilor. În acest caz de restricție extinsă la două eșaloane succesive din echipă, se realizează procedeul „dublu-orb."

O problemă specifică este întîmpinată în cercetarea pe om care urmărește verificarea acțiunii unei anumite substanțe. Pentru a se anula influența subiectivității bolnavului se recurge în această situație la procedeul **placebo** (de la placere, l. lat. = a plăcea). Denumirea a fost introdusă pentru substanțele administrate bolnavilor, nu pentru o acțiune terapeutică, ci pentru a le face o plăcere (Anglia, sec. XVIII). Procedeul constă în a se da bolnavului o substanță inertă, lipsită de orice efect farmacodinamic, dar informîndu-l că este vorba de un produs

Scanned with OKEN Scanner

activ cu acțiune verificată, constînd din efectele *xy*. Forma de prezentare și calitățile organoleptice sînt identice cu cele ale preparatului activ testat pe alte loturi de bolnavi. După modul răspunsului se diferențiază persoane placebo- reactive și placebo- rezistente. Efectele terapeutice sînt observate la cca 33% din bolnavi, într-o apreciere globală. Diferențiat cu simptomele remise se constată ameliorări la 62% pentru cefalee, la 25% pentru hipertensiune arterială etc. Placebo-sensibilitatea este determinată de personalitatea subiectului și a medicului care îi oferă preparatul, de boală și de modul de prezentare și administrare a produsului. Injecțiile sînt mai eficace decît tabletele și soluțiile, culoarea galbenă, roșie sau brună ar mări efectele pozitive, pe cînd cea verde și albastră ar diminua această acțiune. Pe lîngă acțiunile favorabile la o parte din cazuri au fost semnalate și fenomene secundare nedorite. Incidența acestora este, pe o statistică cumulativă, următoarea: insomnii 73%, cefalee 12%, aptialism 10%, grețuri 8%, ușoare tulburări psihice 6%. Efecte de această natură sînt observate și la martorii sănătoși.

Mecanismul principal de acțiune constă în sugestie și auto-sugestie. Totuși, se declanșează verosimil și un reflex condiționat: boală — medicament — vindecare. Studiile biologice demonstrează efecte sigure pe timpul stimulării prin ACTH (scăderea leucocitelor și a eozinofilelor, creșterea azotului, a acidului uric și a creatininei). Eficiența terapeutică scade cu numărul repetărilor, printr-un mecanism de tahifilaxie. Rigurozitatea cercetării devine maximă atunci cînd se înlătură și influența subiectivă a cercetătorului: „dublu placebo". În această variantă nici medicul care administrează substanțele și înregistrează rezultatele nu cunoaște despre ce anume este vorba. În practică metoda a creat perspectiva verificării obiective a acțiunilor medicamentoase și totodată pe cea a terapiei adjuvante în toxicomanii.

Conduita generală în activitatea de cercetare. Cercetătorul angajat în rezolvarea unei probleme urmează să depună eforturi stăruitoare

Scanned with OKEN Scanner

pentru investigarea ariei respective din realitate, pînă cînd adună suficiente elemente concrete care să-i îngăduie enunțarea unui răspuns. Are nevoie de multă perseverență pentru a selecta cu grijă faptele cu importanță strategică pentru cunoaștere și pentru a le verifica. În tot cursul acestei operații de explorare se înregistrează cu minuțiozitate și precizie orice rezultat obținut, în corelație cu toate condițiile metodei. După obișnuință, se întreține un *jurnal scris* sau se completează fișele de cercetare special întocmite. Orice acțiune mai amplă, orice experiment, trebuie să fie expuse sub toate aspectele într-un *protocol*. Este esențial ca notările să fie făcute imediat pentru a se evita deformările inerente reproducerii anamnestice. Carnetul de note este de preferat foilor volante și, din exemplul multor oameni de știință însemnați se învață ce instrument de lucru valoros poate deveni acesta, atunci cînd fixează întreaga complexitate și fluctuație a gîndurilor și opiniilor provocate de activitatea desfășurată și de rezultatele ei. Claude Bernard, de exemplu, întreținea alături de caietele de experimente și un altul, destinat însemnărilor intime legate de preocupările sale creatoare. Găsim aci nenumărate puneri de probleme și numeroase reveniri, pînă la clarificarea satisfăcătoare a ideilor. Mereu se repetă atitudinea iscoditoare și tendința de a concepe imediat modele de cercetare care să aducă precizările dorite: „de ce", „a se vedea dacă", „a se cerceta", „a se experimenta" etc. În acest caiet („caietul roșu") putem vedea cum s-a format treptat o gîndire care a izbucnit apoi îndrăzneață în lucrări fundamentale. Sînt prezente și schițe sumare ale unor aparate concepute din nevoia unor investigații, și note brute și principii admirabil formulate. O evidență riguroasă a tuturor cercetărilor sale și a gîndurilor conexe a condus și Pasteur. Poate prin specificul obiectului său, Darwin a preferat sistemul fișelor. Aceeași a fost și metoda de lucru a clasicilor marxismului.

Atitudinea critică față de rezultate este garanția obiectivității. Rezultatele trebuiesc privite de pe poziția îndoielii științifice, acceptarea

Scanned with OKEN Scanner

fiind condiționată de verificarea lor. Imperativul confruntării probei cu contraproba trebuie să devină regulă. Charles Richet comenta astfel grija deosebită de a strînge numai date cu valoare pentru știință: „introduc tot atîta îndrăzneală în ipoteză, cîtă meticulozitate în experiment". Printre numeroasele surse de eroare, supralicitarea ipotezei de lucru se dovedește de multe ori cea mai primejdioasă. Dar dacă asupra acesteia s-a produs o reacție menită să conserve libertatea gîndirii, mirajul faptului concret poate domina întreaga activitate, la rîndul său periclitînd valoarea cercetării. „Credința oarbă în fapte este tot atît de primejdioasă ca și credințele religioase: obligă rațiunea să tacă", afirmă Claude Bernard. Faptele capătă importanță pentru știință în măsura în care conduc la teze cu putere de generalizare. Descriptivismul și inventarierea sînt doar preludiul științei, nu pot fi privite ca scop în sine.

Nevoia de a teoretiza dublează pe cea de a găsi noi fapte, necunoscute mai înainte. În acest proces subiectiv, omul de știință trebuie să evite în egală măsură optimismul interpretării, ca și scepticismul. Ambele oferă doar o iluzie de cunoaștere, dovedindu-se pînă la sfîrșit agnostice. Realismul este condiția centrală a teoriei științifice. Francis Bacon atrăgea atenția asupra riscurilor la care poate duce desprinderea de realitate: „nu aripi trebuie să se pună spiritului omenesc, ci plumb, căci cu prea multă ușurință se avîntă în cele mai înalte abstracțiuni, pierzînd orice contact cu experiența". Cu această premisă și prin concentrare îndelungată a gîndirii logice, oamenii de știință ating forța cerută de creația științifică. Cunoașterea devine cu atît mai originală și deci mai utilă, cu cît pătrunde mai profund în explicarea fenomenelor. Aristotel este primul care, în definirea științei, a ridicat exigența pînă la cunoașterea legității: „numai atunci socotim că noi cunoaștem un lucru. cînd ne dăm seama de cauzele prime, de primele principii".

Scanned with OKEN Scanner

OBSERVAȚIA ȘI EXPERIMENTUL

Cercetarea științifică se desfășoară începînd cu contactarea directă a realității, moment căruia îi datorăm semnalarea senzorială de noi fapte. Analizorii de care dispunem, perfecționați prin instruire, amplificați și completați cu ajutorul instrumentelor, ne furnizează cea mai mare parte a cunoștințelor. Într-o primă etapă istorică, mai simplă, orice știință recurge exclusiv la înregistrarea metodică a tot ceea ce îi cade cercetătorului sub simțuri. Cu timpul însă, atitudinea încetează de a mai fi doar de spectator și devine tot mai activă. Omul de știință începe să acționeze asupra realității și s-o modifice în așa fel, încît prin confruntare să poată dezvălui legități ascunse inspecției de suprafață. Cu trecerea la această conduită de intervenție în desfășurarea fenomenelor și de reproducere a lor, după dorință, acuitatea studiului direct nu diminuă, ci se păstrează și chiar primește o putere sporită, deoarece are loc în circumstanțele alese și este luminată de o ipoteză teoretică. Observația constituie metoda de cunoaștere proprie — dacă nu exclusivă — a științelor în constituire. Ea poate fi de ajuns pe toată perioada „descriptivă" a acestora. Funcția ei se intensifică odată cu trecerea la faza experimentală, mult mai complexă, cînd primește un caracter specific prin utilizarea metodei care îi împrumută denumirea. Între observație și experiment există, alături de diferența care le face distincte, și legături foarte strînse. Ambele se completează prin particularitățile lor, integrîndu-se într-o unitate inextricabilă și alcătuind

Scanned with OKEN Scanner

baza metodologică a științei. Prioritatea ce le revine într-o disciplină sau alta, condiționat de conținutul acestora sau de stadiul de dezvoltare, nu mai justifică astăzi diferențierea științelor în descriptive și experimentale, deoarece toate recurg concomitent atît la observație cît și la experiment.

Observația științifică — definiție și condiții. Observația constituie cea mai veche metodă de investigare a lumii. În forma sa reprezentativă, este spontană, avînd ca obiectiv fenomenele care apar întîmplător în cîmpul receptivității omului. Poziția acestuia este pasivă și se rezumă la a înregistra faptul care i se oferă. Observația apare ca un proces prin excelență contemplativ, în cursul căruia subiectul observator rămîne în afara desfășurării evenimentelor. Prin lipsa de scop, observația este empirică și duce doar, pentru persoanele cu perspicacitate și putere crescută de discernămînt, la acumularea unei anumite experiențe de viață. Acest tip de cunoaștere este o reflectare post-festum a celor petrecute (126). Aparține vieții de toate zilele.

Știința recurge la un tip mai eficient de observație. Ceea ce definește *observația științifică* este caracterul său metodic. Ea devine o operație premeditată și organizată, e căutare sistematică și încetează de a mai fi o așteptare. Conduita observatorului devine activă. Observația științifică prezintă astfel o superioritate netă față de cea simplă, tocmai prin această orientare într-o direcție prestabilită și prin concentrarea la o arie limitată. Valoarea ei cognitivă este mult ridicată. Presupune o singură condiție: repetabilitatea naturală a fenomenului. Este tocmai elementul care îi justifică intervenția și fără de care metoda ar deveni un non-sens. Cu un corectiv: observația întrunește calitățile metodei științifice și atunci cînd se adresează unui grup mai larg de fapte, care se pretează însă aceluiași tip de mijloace de înregistrare, sau cînd atenția este canalizată într-o zonă mai largă.

La realizarea observației științifice participă un însemnat factor subiectiv, de care depinde în mare măsură valoarea sa. Intervine în

Scanned with OKEN Scanner

primul rînd condiția biologică a cercetătorului și, în cadrul său, capacitatea senzorială. Acesteia i se adaugă influențe psihice variate, printre care curiozitatea, atenția, puterea de concentrare, perseverența. Niciodată faptele nu pot fi relatate fără o transformare, chiar nedorită, ceea ce impune ca metoda de cercetare aleasă să asigure anularea sau cel puțin atenuarea participării subiectiviste, care periclitează exactitatea cunoașterii și compromite aportul observației.

Obiectul observației este reprezentat de însușirile diverse ale lucrurilor și fenomenelor, precum și de relațiile dintre acestea. Este vorba uneori de caracterele formale, structurale — perceptibile cu „ochiul liber" sau cu instrumente auxiliare — măsurabile sau de esență calitativă. Alteori, de funcții care pot fi obiectivizate prin dinamica lor. În legătură cu acest conținut s-a remarcat de multă vreme necesitatea caracterului selectiv al observației în știință. Capacitatea noastră de percepție este limitată, astfel că nu poate cuprinde simultan întregul complex de detalii ce se oferă cunoașterii. Omul de știință este silit să trieze dintre acestea pe cele mai semnificative din punctul de vedere al ideii care a generat observația. Goethe reliefează nevoia de competență prin cuvintele „vedem numai ceea ce cunoaștem". Acest criteriu de selecționare poate fi un concept acceptat în general sau, eventual, o ipoteză originală. Important este ca atenția să fie dirijată într-o direcție bine precizată, pentru a spori sensibilitatea și promptitudinea observației. Gradul de selectare și dimensiunea ariei la care se referă metoda pot fi extrem de variate. „O pădure poate fi observată ca pădure, dar nu ușor ca zece mii de copaci. Un copac poate fi observat ca întreg, dar nu ușor ca mii de frunze, de ramuri etc." (136). De aici nu trebuie deviat la unilateralitatea și exclusivismul observației. Cercetătorul va trebui să rămînă receptiv și față de alte elemente care ar putea surveni în mod neașteptat în cîmpul de observație. Numai astfel va putea fi recepționat tot ceea ce întîmplarea oferă științei.

Scanned with OKEN Scanner

Prin maniera în care se stabilește relația dintre om și natură, se diferențiază *observația directă*, bazată pe percepția senzorială imediată, și *observația indirectă*, care este mediată de un instrument. Prima este o operație simplă, a doua este complexă și introduce un nou element. În legătură cu aceste instrumente cărora le datorăm perfecționarea capacității noastre senzoriale, s-a crezut că reprezintă — sub aspect epistemologic — doar o simplă prelungire a simțurilor. Ele au în realitate o semnificație mult mai bogată, întrucît conceperea și construirea instrumentelor implică experimente prealabile și o activitate rațională. În acest fel, așa cum atrage atenția L. Blaga, folosirea unor aparate optice, acustice, sau a unor aparate de măsurat, „saltă observația în zona teoriei". În același timp se introduce pe această cale în observație un factor subiectiv suplimentar: interpretarea imaginilor furnizate de aparate, cu alte cuvinte traducerea simbolurilor în elemente ale realității. Intervenția acestui factor devine mai bine exprimată atunci cînd se folosesc procedee tehnice complicate.

Calitatea observației este condiționată de profunzimea ei. Atunci cînd este intensă, observația permite, chiar dacă vizează un domeniu restrîns, descoperiri mai importante decît observația extinsă, dar superficială. O bună observație implică de asemenea și posibilitatea demonstrabilității constatărilor, prin înregistrări care să le perpetueze valoarea de argumentație.

La baza observației se găsește un proces intelectual complex, întrucît ea sintetizează cele două trepte ale procesului de cunoaștere. Activitatea propriu-zisă de observație se continuă din domeniul senzorial fără nici o demarcație rigidă în zona raționamentului. Asupra acestui caracter integrativ au atras atenția mulți oameni de știință. „Observațiile noi duc la concepte noi, și noile concepții duc la noi observații" într-o exprimare care aparține lui I. Hațieganu, revelatoare a funcției dinamizatoare exercitată de această metodă. Goethe stabilea identitatea „a vedea și a gîndi, a gîndi și a vedea". Denunțînd riscurile

Scanned with OKEN Scanner

devierilor în această activitate centrală, R. y Cajal parafrazează astfel pe Lao-Tse: „a observa fără a gîndi, este tot atît de periculos ca și a gîndi fără a observa". Tot el subliniază imperativul încadrării observației în cunoașterea completă, pînă la descifrarea semnificației constatărilor: „nu este suficient să privim, trebuie să reflectăm". Înțelegem de ce, oricît de valoroasă, observația în sine nu echivalează cu descoperirea, fiind necesară raționalizarea ei: *„observatio ratio"*. Tot astfel, cunoașterea individuală dobîndește valoare atunci cînd convingem și pe ceilalți de realitatea ei. În această direcție trebuie asigurată capacitatea tehnică de înregistrare a observației, element de competență a cercetării.

Specificul cercetării experimentale. Privind istoria științelor, experimentul apare utilizat doar cu totul incidental în antichitate. Arhimede este cel care l-a trasformat în metodă de studiu, folosindu-l însă doar ca anexă a observației. El dobîndește adevărata valoare odată cu constituirea științelor moderne, în renaștere. Pionierii introducerii experimentului în știință sînt Leonardo da Vinci și Galileo Galilei. Metoda este privită ca element ce definește știința de tip galileo-newtonian, treaptă de dezvoltare care se diferențiază de știința aristotelică de pînă aci. Prin el se delimitează un nou stadiu al științelor, stadiul experimental. Lui Claude Bernard îi datorăm fundamentarea teoretică a experimentului. Extins mai întîi în medicină, pe care o saltă la nivel de știință, experimentul a cuprins pe aceleași baze metodologice tot mai numeroase discipline. La o parte din acestea rolul său a depășit de la început în importanță observația, așa cum s-a petrecut în exemplele clasice oferite de chimie și fiziologie. Aplicabilitatea sa a înglobat, cu o pondere inegală, noi domenii. Prin specificul lor, unele științe, ca astronomia, rămăseseră pînă de curînd inaccesibile experimentului. Utilizarea acestuia este încetățenită de asemenea în științele psihologice și sociale, încît astăzi trebuie considerat drept o metodă ubicvitară în știință.

Scanned with OKEN Scanner

În comparație cu observația, experimentul este o metodă superioară de cercetare. El cuprinde în sine observația, nu o neagă, ci o ridică pe o treaptă superioară, întrucît dă posibilitatea analizei unor fenomene dinamice, complexe, în relații de pluricondiționare.

Ceea ce dă nota particulară experimentului este caracterul său activ. Se spune, în acest sens, că *„experimentul este observație provocată"*. Ele reflectă îndrăzneala și inițiativa omului de știință. „Observatorul ascultă natura, experimentatorul o întreabă și o silește să i se dezvăluie", într-o individualizare făcută de Cuvier. Această diferențiere, singură, nu permite totuși distincția între observație și experiment, deoarece în forma sa științifică și observația devine un proces activ. De altă parte, experimentul se poate prezenta și sub forme mai simple, cum este cea care își propune reproducerea unei situații anumite în scop orientativ, pentru a crea premisele viitoarei cercetări (experimentul „pentru a vedea", descris sub acest nume de Cl. Bernard).

Definiția trebuie deci completată cu un alt element: observatorul urmărește fenomenele în desfășurarea lor, fără a modifica starea naturală, pe cînd experimentatorul exercită o acțiune, intervenind direct asupra realității. Diferența esențială nu constă atît în atitudinea activă sau pasivă față de producerea fenomenului ci în faptul că se acționează sau nu asupra lui. Experimentarea este o perturbare a anumitor fenomene naturale pentru a le cunoaşte natura sau cauza (16).

Un alt caracter propriu, dar nu general, constă în existența la originea experimentului a unor premise determinate care îl direcționează. Într-adevăr, cunoscînd sau presupunînd o anumită legătură cauzală, ajungem să determinăm sau să suprimăm un anumit fenomen. Scopul intervenției noastre este în acest tip de experiment cunoașterea relațiilor cu celelalte fenomene.

Prin modul în care este efectuat, experimentul implică producerea unui anumit fenomen în condiții determinate, cu eliminarea unui număr cît mai mare din influențele secundare. Cuprinde prin însăși esența lui

Scanned with OKEN Scanner

o operație de *simplificare*, o extragere și o izolare din complexul interrelațiilor naturale. „Experimentul nu este decît o observație dusă mai departe prin mijloace artificiale, o descompunere sau o analiză a formelor, urmată de contraprobă“ (16). În acest fel, prin eliminarea condițiilor neesențiale, întîmplătoare, devine posibilă cunoașterea legității, a generalului. Proiectarea experimentului cere stabilirea constantelor și a variabilei de urmărit. Orice știință acceptă ideea că evenimentele similare survin în circumstanțe similare, prin care se deschide perspectiva exercitării unor influențe mono sau plurifactoriale. Cercetătorul desprinde lucrurile și fenomenele din contextul lor natural și intervine prin modificarea corelațiilor, introducînd sau eliminînd unele condiții, descompunînd fenomenul în aspecte mai simple. Criteriul reușitei sale este reproductibilitatea: posibilitatea de a-l repeta ori de cîte ori este nevoie.

Se diferențiază mai multe tipuri de experimente. Forma cea mai elementară permite introducerea cercetătorului într-o temă pe care tocmai o abordează: experimentul „pentru a vedea“, „de recunoaștere“. După proporțiile sale și situația în dinamica cercetării se diferențiază și un tip miniatural de experiment: „experiment pilot“. „de tatonare“, „în eprubetă“. Acest tip este necesar în faza incipientă a cercetărilor, avînd drept scop de a furniza informații asupra oportunității acestora. Se execută la o scară redusă și corespunde atît deziderateloi de explorare, cît și celor economice. Alteori, pentru întocmirea unor loturi experimentale omogene, se recurge la *experimentul de triere*, destinat testării reactivității subiecților cercetării.

Principalul tip, care a cunoscut dezvoltarea maximă în secolele precedente și care constituie pînă astăzi principala metodă de cercetare a unor discipline, este *experimentul cu o singură variabilă*, „clasic“. Principiul acestuia constă în modificarea unui factor unic, cu păstrarea celorlalte condiții ca fundal comun. Se alcătuiește un lot experimental și un lot martor, diferențiate printr-o singură variabilă care poate fi

Scanned with OKEN Scanner

modificată după necesități, în experiențe succesive („experiment comparativ"). Acest tip urmărește deci scindarea fenomenului natural complex în mai multe fenomene elementare. Altă variantă, dezvoltată recent, este *experimentul multifactorial, complex*. Caracteristica sa constă în numărul mai mare de variabile care îi influențează desfășurarea, de unde și superioritatea sa: furnizarea unei cantități sporite de informație, privitoare cu deosebire la relațiile cauzale. Fiecare factor este studiat aici în conexiune multiplă. Este o metodă caracteristică științei moderne și asigură cunoașterea interacțiunii dintre fenomene. Valoarea sa a fost relevată mai de mult în fiziologie de Pavlov, care îl cuprindea sub numele de „experiment sintetic", opunîndu-l „experimentului analitic", clasic. Fenomenele nu mai sînt privite schematic, într-o relație liniară de cauză-efect, ci în multiplicitate și condiționare inversă. Interrelațiile sînt completate cu aspectul autoreglării prin „feed-back".

S-a crezut că unele experimente ar permite verificarea absolută a unor ipoteze și cu acest înțeles s-a constituit noțiunea de *„experiment crucial"*. Cunoașterea nu poate fi în realitate redusă la afirmația sau la negația simplă, poziție absolutizantă ce ar echivala cu metafizica. Valoarea experimentelor este totdeauna condiționată iar rezultatele variază după factorii introduși în experiment. Soluționarea în manieră absolută a unei probleme este posibilă rareori, în legătură exclusiv cu unele teze generale, al căror răspuns ar putea fi exprimat prin alternativa da-nu. Doar în acest sens particular putem accepta astăzi ideea de experiment crucial și rolul său este de a îndepărta definitiv unele concepții greșite. Pe această cale se poate demonstra, de exemplu, dacă pămîntul se învîrtește în jurul soarelui sau invers, dacă branhiatele pot trăi sau nu fără aer etc.

Experimentul presupune o bază teoretică, reprezentată prin ipoteza conducătoare. Această finalitate este specifică. Metoda experimentală nu reprezintă prin ea însăși decît un raționament cu ajutorul căruia ideile noastre sînt supuse metodic experienței faptelor (16). În acest

Scanned with OKEN Scanner

fel de a o înțelege, problema experimentului se reduce la previziunea și dirijarea fenomenului. „Descoperirea experimentală este constant ghidată de concepte teoretice" afirmă L. de Broglie. Dacă acestea nu asigură prevederea exactă a fenomenului descoperit, ele indică cel puțin direcția de orientare a cercetărilor. Aplicat la aria metodei experimentale, trebuie să convenim cu fondatorul său, Claude Bernard, că „ideea preconcepută va fi totdeauna primul impuls al unei minți iscoditoare". Eficiența acestei idei călăuzitoare este condiționată de imperativul de a nu fi transformată în prejudecată. Experimentatorul trebuie să-și păstreze luciditatea și obiectivitatea. În legătură cu procesele intelectuale care interferează în gîndirea experimentală, regăsim aci analiza și sinteza, analogia, abstracția, silogismul. Activitatea rațională se deplasează printr-o mișcare de la o ipoteză la experiment, apoi de la experiment la noi ipoteze. Pe lîngă activitatea intelectuală complexă, experimentul are elemente comune și cu practica, ambele fiind acțiuni efective care modifică realitatea din jur. Ceea ce îl diferențiază de aceasta este faptul că urmărește un scop de cunoaștere. Este vorba de o acțiune practică prin forma pe care o reprezintă, dar de o activitate teoretică prin scop (Al. Valentin, 126).

Optimizarea metodologică a observației și experimentului. Aportul observației pasive în știință rămîne limitat exclusiv la împrejurările cînd intervin întîmplări cu mare semnificație epistemologică. Dimpotrivă, s-a dovedit extrem de fertilă observația condusă cu multă rigurozitate. Două sînt condițiile care se cer respectate pentru a-i spori puterea revelatoare: capacitatea de a investiga și interpreta datele, din partea omului de știință, puterea de a pătrunde în zone inaccesibile pînă aci, din partea tehnicilor folosite de acesta. Cu deosebire se cere perfecționată „știința de a observa", acea însușire de mare preț prin care sînt remarcate lucruri care nu surprind pe alții, prin care se vede ceea ce scapă celorlalți.

Scanned with OKEN Scanner

Contribuția observației la dezvoltarea științelor a fost considerabilă. Un meritat elogiu i l-a adus I. P. Pavlov, înscriind pe frontispiciul Institutului său de cercetări fiziologice „observație, observație și iarăși observație", un întreit îndemn pentru toți cei care se dedică științei. Metoda nu a rămas un atribut al perioadelor mai vechi, ci își păstrează poziția fundamentală și în condițiile științei moderne. Chiar observația simplă, directă, observația clasică, își găsește largă aplicație în numeroase discipline cu caracter descriptiv. Utilizarea cea mai largă revine însă observației amplificate cu ajutorul mijloacelor actuale de investigație. Preciziunea și cantificarea în observație au confirmat acesteia noi valențe, datorită cărora prestigiul i-a crescut iar actualitatea i s-a perpetuat.

Valoarea experimentului pentru știință este condiționată de înțelegerea corectă a informațiilor pe care ni le poate oferi. Fiind prin definiție un artificiu la care recurgem, nu putem aștepta de la el fenomene identice cu cele din natură și tocmai această diferență între laborator — înțeles larg, în sensul cîmpului de cercetare — și contextul natural, a ridicat problema însăși valabilității experimentului. Este explicabil ca valoarea acestei metode să fie maximă atunci cînd se pot reproduce întocmai condițiile din realitate. Atingerea unui asemenea deziderat este însă extrem de dificilă, avînd în vedere că nu putem avea certitudinea controlului asupra tuturor condiționărilor fenomenului. De cele mai multe ori intervin influențe abia perceptibile, și de aceea nebănuite de cercetător, care modifică mersul acestuia chiar dacă aparent avem iluzia deplinei stăpîniri asupra sa. Acceptăm deci specificul pe care metoda experimentală îl prezintă, limitîndu-ne la confruntarea strînsă a rezultatelor sale cu cele din natură. Aportul experimentului nu diminuă prin caracterul său nenatural, ci dimpotrivă, clarificări fundamentale au fost realizate recurgîndu-se la condiții radical antinaturale. S-ar putea invoca spre exemplificare progresele pe care le-a făcut fiziologia prin studii după ablația unor organe sau fizica în era radio-

Scanned with OKEN Scanner

activității artificiale și a fisiunii nucleare. Experimentul este un sistem de modelare. Fenomenul care rezultă nu este decît modelul celui din natură. Doar cu această poziție vom evalua în mod just adevărata valoare a metodei experimentale.

Pentru a crește puterea informațională a experimentului se impune totdeauna *verificarea* lui. „Experiența nu este completă decît dacă se face și contraproba, după cum analiza nu este completă decît odată cu sinteza", stabilise Claude Bernard. Proba nu ne oferă certitudine fără o contraprobă. Aceasta se realizează prin montarea unui experiment similar, cît mai apropiat posibil, cu o singură excepție: modificarea variabilei în sens invers. Verificarea nu are în vedere sursele posibile de eroare, care impun de multe ori revizuiri din punctul lor de vedere, ci raționamentul experimental. Contraproba are ca scop verificarea legăturii cauzale evidențiate, ideea principală. Pentru certificarea acurateții experimentului — excluderea unor influențe de mediu, de testare etc. — se recurge la repetarea lui în condiții identice. Precauțiile de înlăturare a perturbărilor ajung pînă la efectuarea în paralel a experimentului în mai multe laboratoare, de către echipe diferite. Cu toată grija depusă, experimentul poate genera numeroase erori, a căror responsabilitate scapă. S-a vorbit, sub raportul implicațiilor care decurg pentru cunoaștere, de „experimente care induc în eroare", pentru a se face o invitație decisă la activarea tuturor resurselor de evitare și la detectarea acestora.

Utilizarea experimentului nu este un privilegiu rezervat doar unora din științe. În perioada clasică, datorită lui s-au fundamentat chimia și fizica, medicina științifică și biologia. Experimentul fiziologic a devenit un prototip de gîndire cu extindere lărgită ulterior: studierea fenomenelor induse prin extirparea unui organ, prin izolarea lui sau prin exagerarea funcției sale (inclusiv suplimentare exogenă în cazul țesuturilor cu conținut de produși activi). Psihologia a adoptat ocazional metoda și se reține încercarea împăratului Frederic II de a afla ce lim-

Scanned with OKEN Scanner

bă ar vorbi nou-născuții, impunînd doicilor tăcere permanentă (toți copiii testați au murit însă, încît întrebarea astfel pusă nu și-a găsit răspuns). În prezent, s-a constituit o ramură bine dezvoltată, a psihologiei experimentale. Pedagogia, sociologia, beneficiază la rîndul lor de aportul metodei. Singura disciplină unde experimentul părea imposibil de realizat a fost astronomia, înțeleasă sub conținutul dinamic al cosmologiei. Cunoaștem însă deja un șir însemnat de experimente chiar la această scară: crearea de aurore boreale prin lansarea unor cantități imense de particule in spațiul cosmic, formarea unor comete artificiale, detonarea unor încărcături atomice în atmosfera înaltă pentru verificarea unor ipoteze asupra formării zonelor de radiații ș.a.

Știința a recurs, încă de mult, și la experimente imaginare, imposibil de realizat practic. Sînt *„experimentele mintale“* care au dus la cîteva descoperiri fundamentale. Printre acestea ar putea fi menționate: căruciorul complet lipsit de frecare al lui Galilei, mașina cu aburi ideală a lui Carnot, liftul ideal al lui Einstein. Toate acestea se bazează pe principiul păstrării procesului fundamental studiat în stare pură, prin eliminarea tuturor circumstanțelor secundare, lipsite de importanță. Plecîndu-se de la momentul senzorial, experimentul mintal construiește un obiect „ideal“ pentru a trece apoi la explicarea teoretică a fenomenelor cercetate, pe baza legilor descoperite pe această cale. Întreaga lui desfășurare are loc deci în planul rațiunii.

Prin modul de aplicare a principiilor generale care orientează observația și experimentul, diferitele științe realizează variante metodologice proprii, a căror însușire necesită formarea de specialitate și participarea directă la activitatea de cercetare.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

MODELAREA ȘI TIPIZAREA, METODA CIBERNETICĂ ȘI ISTORICA

În activitatea de cercetare științifică se recurge frecvent la mijloace care mediază cunoașterea realității, atunci cînd accesibilitatea acesteia este dificilă sau chiar imposibilă. Ele devin un ajutor al celor două metode fundamentale de investigație, observația și experimentul. Un alt grup de metode care contribuie la perfecționarea metodologiei cercetării derivă din aplicarea unor modalități de gîndire proprii anumitor discipline particulare, posedînd însă un înalt grad de generalitate care le face utilizabile în cele mai variate domenii. În primul grup se cuprinde modelarea și tipizarea, în al doilea rînd metoda cibernetică și istorică. În ansamblu, toate sînt deductive prin punctul de plecare, asigurînd prin modul lor de aplicare descoperirea unor fapte din planul senzorial.

Modelarea. Studierea realității obiective întîmpină adeseori dificultăți care pot deveni de nedepășit. În asemenea situații s-a recurs la o cale indirectă de cercetare, și anume, la studierea unor obiecte sau fenomene asemănătoare cu cele aflate în tematică. Rezultatele obținute asupra acestora sînt transpuse ulterior la domeniul care constituie obiectivul cercetării. În acest fel a luat naștere, ca metodă de cercetare, modelarea. Fără a fi invenție artificială, aceasta își găsește un substrat real în analogia care există în mod natural între diferite obiecte și fenomene.

Modelul exprimă într-o formă simplificată obiectul studiat, cuprinzînd doar o parte din trăsăturile care îl caracterizează, esențiale și semnificative însă, din punctul de vedere al problemei cercetate. Asemănarea ce s-a făcut între rolul modelului în cercetare și rolul metaforei în artă, înlesnește înțelegerea funcției de translație a cunoașterii, pe care o efectuează. Modelul este definit ca „un obiect care servește ca analog altui obiect" (Yuen Ren Chao) sau ca „reprezentarea simplificată a originalelor" (N. Teodorescu). În acest fel, modelarea trebuie înțeleasă ca imitarea materială sau mintală a unui sistem realmente existent (natural) prin construire specială de analogi (modele), în care sînt reproduse principiile organizării și funcționării acestui sistem (Frolov, 69).

Prin funcția sa, modelul reproduce în sine, în mod esențializat, note sau particularități ale sistemului pe care îl modelează, mediind accesul de acțiune și de cunoaștere la acesta (I. Irimie, 126). Din această precizare rezultă cele două condiții pe care trebuie să le îndeplinească modelul. El este deci, sub primul aspect, un înlocuitor. Gradul de asemănare cu obiectul modelat este extrem de inegal, ceea ce permite diferențierea mai multor tipuri de modele. *Modelul similar* (sau omolog) se caracterizează prin asemănări foarte apropiate și se prezintă, de exemplu, ca o machetă cu aceeași formă și structură internă ca și originalul, existînd în general diferențe de mărime. De cele mai multe ori, un astfel de model este mai mic, dar poate avea și dimensiuni mult mărite, ca de exemplu modelul atomului (Rutherford și Bohr), modelul dublei elice a acidului dezoxiribonucleic (Watson și Crick). *Modelul analogic* se prezintă ca un sistem cu aceleași ecuații ca fenomenul pe care îl modelează, în descrierea matematică, prezentînd însă deosebiri calitative esențiale. În acest grup se încadrează mașinile analogice de calcul. *Modelul stimulator* mimează unele procese, realizînd — în cazul modelelor fiziologice — performanțe comparabile cu cele proprii organismelor vii. Pot fi amintite aci organele artificiale, care

Scanned with OKEN Scanner

deşi diferite prin construcţie şi principii funcţionale, obţin rezultate identice cu cele naturale, sau echivalente.

Asemănarea poate viza diferite laturi ale obiectului. Cînd se reproduce structura acestuia vorbim de *model izostructural* (izomorfism), cînd se reproduce funcţia, de *izofuncţionalism,* iar cînd este o identitate de substanţă, modelul este *izosubstanţial.*

Cel de-al doilea aspect, accesibilitatea (testabilitatea) presupune în mod necesar anumite diferenţe faţă de original, însăşi justificarea utilizării modelului. Numai în acest fel modelele pot deveni instrumente ale cunoaşterii, mediind relaţia cu realitatea. Modelele devin instrumente de lucru tocmai prin această interpunere între obiect şi subiectul cunoscător. Între asemănare şi diferenţă, modelul trebuie să-şi păstreze poziţia pe care o legitimează funcţia exercitată. „Un model prea bun este steril, un model prea îndepărtat duce în eroare", relevă cele două devieri posibile, R. A. Hinde.

Din punct de vedere al formei de prezentare se diferenţiază trei tipuri principale de modele. Cele *teoretice* (ideale, logico-matematice) reprezintă construcţii logice, şi anume relaţii între diferite noţiuni, sau construcţii matematice, de aspectul formulelor şi al ecuaţiilor. Modelele *materiale* (substanţiale, concrete) sînt dispozitive fizice sau mecanice, reprezentate de machete, mulaje, computeri electronici. În sfîrşit, modelele *grafice* constau din scheme şi figuri. Însuşi experimentul biologic este în parte un model, mai complex însă, cu ajutorul căruia se studiază procese inabordabile pe cale directă. Condiţia de modelare este pe deplin realizată atunci cînd rezultatele experimentale sînt transpuse la altă specie animală sau, cum se petrece în medicină, la om. Diferenţa esenţială dintre fenomenul modelat şi model impune multă prudenţă în această extindere a datelor, avînd în vedere deosebirile care există în realitate. Atunci cînd experimentul se efectuează pe aceeaşi specie care se găseşte în obiectivul cunoaşterii, semnificaţia de model dispare, fiind realmente vorba de un studiu direct, fără nici o mediere.

Scanned with OKEN Scanner

Utilizarea modelării satisface un dublu scop. Este o cale demonstrativă, didactică, excelentă, la care se recurge de foarte multă vreme: circuite electronice pentru înțelegerea influxului nervos, sisteme planetare pentru înțelegerea mișcărilor astronomice etc. Ca metodă de cercetare, modelarea este justificată prin valoarea sa euristică reală. Folosind specificul său de mediator, modelul ne furnizează rezultate pe care urmează să le trecem asupra originalului. Gîndirea trebuie să facă un salt, este saltul de la model la original (I. Irimie, 126). Prin extrapolare, are loc o generalizare care își lărgește impus sfera valabilității. În acest proces se face abstracție de toate deosebirile care există, esențiale în mare parte, raționîndu-se după tipul analogic. Valabilitatea ideilor cuprinde un coeficient de probabilitate, teoria fundată pe modelare implică riscuri de eroare. Aportul modelării nu diminuă însă prin aceasta, metoda fiind utilizată atunci cînd calea spre cunoaștere este — fără ea — închisă. În lipsa ei am fi împiedicați să aprofundăm fenomenele inaccesibile investigației directe. Important este să se respecte principiile științifice de rigurozitate și prudență, investindu-se totdeauna concluziile cu o anumită rezervă. Istoria unor mari descoperiri face într-adevăr de multe ori referință la modelele concepute de autorii lor.

Tipizarea. Un sprijin important în activitatea de cercetare este oferit de posibilitatea raportării obiectelor și fenomenelor observate la anumite scheme de referință, tipurile. Despre tipizare se știe că în general reprezintă o metodă care aparține în primul rînd creației artistice. Ea asigură reflectarea generalului și a esențialului prin individual, a logicului prin imagine concretă. Realizarea tipurilor în artă presupune cunoașterea realității dar, totodată, și deplina libertate a fanteziei, care completează cu elemente inventate (preluate în ultimă instanță de asemenea din realitate, dar nu din cea la care se referă opera) compoziția pe care artistul o apreciază drept reprezentativă, tipică.

Deși în esență schema de elaborare a tipurilor este asemănătoare în știință și artă, există unele diferențe corespunzătoare specificului de

Scanned with OKEN Scanner

reflectare al fiecăreia din acestea. Omul de știință procedează mai întîi la o analiză metodică, la compararea caracteristicilor fenomenului pe care îl studiază și la ierarhizarea lor. Selectează apoi pe cele esențiale, reprezentative, și stabilește relațiile lor logice cu circumstanțele obiective de care depind. Printr-un proces de abstractizare, le extrage apoi din contextul lor, pentru a le repune în legături funcționale și structurale. În acest fel construiește un „tip". Operația a evoluat de la analiză la sinteză și de la concret — prin reprezentarea abstractă — din nou la concret, de această dată la concretul tipic.

Principiul tipizării constă deci în desprinderea din totalitatea datelor observate a acelor caractere care — prin îmbinare — pot alcătui o schemă a realității. Aceasta trebuie să întrunească un grad suficient de coerență, intuitivitate și inteligibilitate, în așa fel încît să poată servi drept reper în descrierea și transformarea realității (V. Săhleanu, 69). Metoda nu poate fi confundată cu clasificarea, care stabilește diviziuni cuprinzătoare ale tuturor fenomenelor și obiectelor existente în realitate, după criterii bine definite. Tipul construit are o echivalență slab reprezentată numeric în mulțimea pe care o reflectă și este posibil ca el să nu calchieze întru totul pe nici unul din indivizii studiați. Cu toate acestea, prin însușirile pe care le sintetizează, el este reprezentativ, are semnificația unei reflectări adecvate și deci, care satisface condițiile cerute de știință. În legătura dintre tip și mulțimea pe care o sintetizează regăsim relația dintre media aritmetică și colectivitatea căreia îi aparține. Prin diferențele care îi caracterizează, indivizii unui grup pot permite elaborarea unui număr mai mare de tipuri.

Valoarea gnoseologică a tipurilor este neîndoielnică, avînd în vedere explorarea prealabilă și procesul rațional metodic pe care se întemeiază. Utilitatea metodei constă în funcția de etalon pe care o exercită, înlesnind astfel identificarea și evaluarea metrică a cazurilor individuale observate în continuare. De avantajele care decurg din po-

Scanned with OKEN Scanner

sesia unor scheme de referință, beneficiază — evident — toate disciplinele. Tipurile psihologice și antropologice, tipul structural al unei societăți, tipul de floră al unei anumite zone, sînt doar cîteva din nenumăratele aplicații ale tipizării. Unui mod identic de a gîndi îi este tributară însăși noțiunea de prototip, la care se apelează frecvent în știință și în tehnică.

Metoda cibernetică. Prin delimitarea cibernetici (*kibernitis*, l. gr. = cîrmaci) de către Norbert Wiener, în 1948, odată cu constituirea noii discipline, știința a fost înzestrată cu o metodă de mare eficacitate. Sensul inițial de „știință a comenzii și comunicației, fie la mașină, fie la animal" răspundea unor cerințe exprimate anterior dar nevalidate. Platon vorbea într-un termen asemănător despre „arta de a conduce", Ampère îl reia pentru a desemna „studiul mijloacelor de dirijare". Cibernetica a fost definită ulterior în variate moduri, după proprietatea pe care s-a pus accentul, ca teorie a reglării, controlului și comenzii, alteori ca teorie a transmiterii, stocării și transformării informației, sau ca știință a conducerii — totdeauna recunoscîndu-i-se domeniul de aplicație larg (tehnic, biologic și economic). Într-o formulare mai explicită, apare ca știința care se ocupă cu sistemele de conducere. Obiectul cibernetici prezintă patru aspecte principale: sistematic, de reglare, informațional și strategic. Corespunzător, se diferențiază teoria sistemelor cibernetice, teoria reglării sistemelor cibernetice, teoria informației și teoria jocurilor. Născută ca disciplină tehnologică, la intersecția mai multor discipline existente, cibernetica s-a diversificat cu o rapiditate necunoscută, pînă la scindarea în mai multe ramuri relativ autonome (6).

Cibernetica a adus în știință un nou mod de gîndire, un punct de vedere particular, și tocmai prin aceasta a dobîndit o funcție metodologică universală. Sistemele materiale cărora li se adresează au preexistat, ele au fost bine studiate de alte discipline. Cibernetica a luat în studiu aceleași sisteme, dar la un nivel ontologic mai fundamental, mai

Scanned with OKEN Scanner

adînc, şi anume în structuralitatea lor (6). În acest fel, ea se caracterizează printr-un grad mai mare de generalitate decît ştiinţele particulare cu care interferează, apropiindu-se de matematică. Gîndirea cibernetică prezintă superioritatea de a cuprinde totalităţi structural-funcţionale complexe şi de a pătrunde în descifrarea elementelor lor constitutive şi a conexiunilor care le condiţionează funcţionalitatea. Spre deosebire de ştiinţa clasică, în mod succesiv analitică şi sintetică, cibernetica este integrativă. Operaţiile logice care îi stau la bază sînt exclusiv deductive, obiectul său situîndu-se într-un plan raţional şi nu concret senzorial.

Ca *instrument de cunoaştere,* cibernetica permite abordarea sistemelor dinamice şi intercondiţionate, a structurilor complexe care sînt inaccesibile pentru metodologia clasică, a evenimentelor cu desfăşurare rapidă şi imprevizibilă. Schemele cauzale ale sistemelor cibernetice includ pe lîngă sensul unic şi reacţia inversă („feed-back"), pe lîngă influenţele perturbante şi reacţia homeostazică de asigurare a valorii constante a unor parametri. Datorită utilizării ciberneticii s-a creat o viziune nouă a proceselor cu desfăşurare istorică, în biologie şi în societate. Noţiunea de reglare în lanţ şi de reglare inversă atestă tocmai asimilarea acestor puncte de vedere. Ramuri noi ale ştiinţelor biologice, cum sînt neurocibernetica sau automatica biologică, s-au dezvoltat prin transpunerea principiilor cibernetice în acest domeniu. Tehnica simulării cibernetice a devenit indispensabilă pentru studierea funcţionării sistemelor dinamice hipercomplexe, ca de exemplu în aparatura electronică, în calculele cibernetice sau reglarea automată a zborurilor spaţiale, acolo unde analiza directă este imposibilă şi experimentul ineficient, unde acţionează multiple influenţe, din care unele necunoscute. Pentru satisfacerea unor asemenea cerinţe a fost elaborată o metodologie particulară, cercetarea operaţională. Folosirea acesteia apare deci indicată în toate situaţiile complexe în care urmează să se ia o decizie

Scanned with OKEN Scanner

(alegerea între două sau mai multe linii de conduită), condiționat de evaluarea exactă a parametrilor acțiunii (6).

O ramură bine individualizată a ciberneticii este *teoria informației*, apărută mai întîi ca teorie matematică a comunicării prin mesaje (Claude Shannon și Warren Weaver, 1948), bazată pe calculul probabilităților. Sfera acesteia s-a lărgit și s-a modificat mult de la această dată. Una din aplicațiile cele mai răsunătoare ale teoriei informației în știință a constat din elaborarea conceptului de „cod genetic", bază materială a transmiterii informației ereditare. În mod generalizat, orice schemă operațională prezintă și un aspect informațional, ceea ce explică importanța mare a teoriei informației, pătrunsă și în documentarea științifică automatizată de astăzi.

Cibernetica aduce și un considerabil *aport tehnic*, prin intermediul mașinilor automate și al instrumentelor cibernetice. Varietatea structural-funcțională sub care se prezintă acestea este extraordinară, de la mașinile de calcul pînă la computere înzestrate cu capacitate de gîndire. Construcția lor se bazează pe programare și algoritmare, algoritmul fiind un sistem rațional ce se succede în anumită ordine și asigură formarea unor deprinderi automate. Rolul tehnicii cibernetice, în cea mai fantastică perspectivă, va rămîne cel de ajutor al omului de știință, de executor al programului impus, dar nu de creator. Einstein a întrevăzut cu multă siguranță viitorul pe care îl va cunoaște: „mașinile vor putea într-o zi să rezolve toate problemele, dar niciodată nici una din ele nu va putea pune vre-o problemă".

Metoda istorică. Constituie o reflectare a istoriei obiective a fenomenelor, a dinamicii și a dezvoltării lor. Acest fapt explică pregnantul caracter de generalitate pe care îl are metoda. Importanța sa este predominantă în științele ale căror obiecte se dezvoltă destul de repede, ca istoria, sociologia etc, dar aplicațiile se extind la numeroase alte discipline. Aduce în plus, față de metodologia particulară a fiecărei științe, posibilitatea de a cunoaște, în dinamica desfășurării lor, diver-

Scanned with OKEN Scanner

sele aspecte ale realității, în opoziție cu viziunea statică. Pentru biologie, a permis enunțarea unor teze de bază, printre care și „ontogenia repetă filogenia", a făcut posibilă înțelegerea bioritmurilor, a evoluției speciilor etc. În psihologie asigură cunoașterea trecerii continuative de la o fază la alta, în cursul vîrstelor. Prin scop, nu poate fi restrînsă la înregistrarea empirică a variațiilor cronologice, ci urmărește dezvăluirea legităților care controlează istoria.

Scanned with OKEN Scanner

PRELUCRAREA STATISTICO-MATEMATICĂ

Introducerea spiritului matematic în activitatea de cercetare, justificată prin necesitatea unei maxime preciziuni a procesului de cunoaștere obiectivă, se reflectă în restructurarea concepției de organizare a investigațiilor și de evaluare a prelucrării datelor obținute. Metodologic, se recurge curent la principiile și prelucrările statistico-matematice. Aportul acestei discipline se face simțit încă din perioada organizării modelului de cercetare, cu scopul de a se asigura atît exactitatea, cît și valabilitatea rezultatelor. Așa se explică de ce contribuția cea mai însemnată a metodelor statistice corespunde etapei de planificare a cercetării. De la acest punct, statistica matematică rămîne una din metodele care vor fi folosite integrativ de cercetător, dobîndind din nou poziția prioritară în momentul prelucrării cifrelor. Din punct de vedere al acestei din urmă funcții, metoda nu se situează în același plan al cunoașterii cu observația și experimentul, mijloace directe de culegere a faptelor, ci ocupă o poziție intermediară spre activitatea rațională. Procedeele de prelucrare matematică constituie frecvent un vehicul cu conținut exact, al inducției care conduce la descoperirea de legi generale. Se creează în același chip și premisele previziunii științifice a cărei osatură matematică este calculul probabilităților.

În investigațiile efectuate pe populații numeroase cu ajutorul statisticii se configurează anumite medii, reprezentative, printr-un proces de simplificare. Acesta cuprinde însă un inevitabil risc de eroare, a că-

Scanned with OKEN Scanner

rui amplitudine depinde de variabilitatea individuală și de metodologia întocmirii loturilor. Se acceptă un indice de eroare, explicat prin multiplele posibilități de combinare întîmplătoare care există în realitate, ca și de pluricondiționarea fenomenelor. Prin exagerarea acestuia s-a creat uneori iluzia, cu deosebire în perioadele de constituire ale științelor moderne, că metoda statistică este înșelătoare și prea mult interpretativă. În realitate, acel moment periculos al interpretării teoretice a datelor furnizate de prelucrarea statistică, poate fi depășit dacă cercetătorul cunoaște fenomenul sub aspectul condiționărilor sale și dacă se bazează pe rezultate nu numai semnificative ci și verificate prin contraprobe. Poziția adoptată în prezent față de aportul metodei statistico-matematice este de a se evita absolutizarea cifrelor și de a se completa totdeauna investigația cu analiza calitativă. În acest fel, o pledoarie pentru utilizarea acesteia a devenit, în prezent, inutilă, iar aportul său a fost pe deplin verificat.

Principii statistico-matematice de organizare a cercetării. Avînd în vedere faptul că cercetarea se adresează totdeauna unui grup limitat de fapte, fără a putea cuprinde întreaga mulțime care există în realitate, se ridică o problemă fundamentală: constituie *eșantionul* studiat o oglindă fidelă a fenomenelor privite în ansamblul lor? Valoarea de cunoaștere a cercetării este condiționată de caracterul reprezentativ al său. Se impun în această privință precauții pentru evitarea selectării unor grupări care să se diferențieze de restul faptelor. Criteriul întocmirii lotului pe baza cronologiei, a situației geografice, a vîrstei sau a sexului etc., implică un element diferențial care va împiedica generalizarea rezultatelor. Singura modalitate de a se asigura *reprezentativitatea* este sortarea întîmplătoare, „randomizarea" (de la *random*, l. engl. = întîmplare). Se asigură în acest fel condiția ca fiecare individ din populația care urmează a fi studiată, să fie reprezentat cu aceeași probabi-

Scanned with OKEN Scanner

litate în eșantionul care va deveni obiectul determinărilor. Desigur, omogenizarea ansamblului este indispensabilă, atunci cînd poate fi realizată. Trierea făcută poate ascunde influențe ignorate sau, altădată acestea sînt minimalizate deoarece nu li se cunoaște semnificația reală. De exemplu, nu este deloc lipsită de importanță intervenția unor factori insignifianți în aparență, cum ar fi ordinea de prindere a animalelor din cușcă, sau dintr-o rezervație, care depinde de fapt de vitalitatea și agilitatea acestora.

Un procedeu foarte valoros de alcătuire a loturilor comparative, atunci cînd în momentul inițierii cercetării întreaga populație căreia i se adresează, există, este indicarea cifrei care exprimă indivizii componenți cu ajutorul tabelului de randomizare. Aceasta se bazează pe amestecuri de cifre din care se extrag cele care vor alcătui seria statistică. Mai întîi se stabilește punctul de plecare prin așezarea pe tabel a vîrfului creionului, fără a privi cifrele. Se stabilește apoi direcția de citire a acestora: vertical, orizontal, în diagonală. Cifra poate fi notată ca atare sau se transformă printr-o a doua randomizare, prin adaosul altei cifre. Numerele mai mari decît numărul obiectelor asupra cărora se operează sînt ignorate. La fel și cifrele întîlnite anterior. După mărimea populației, se pot reține doar primele cifre ale numărului din tabel. Alte procedee constau din tragerea la sorți sau distribuirea distinctă a numerelor de înregistrare pare și impare. Principiul fundamental care urmează să fie respectat în toate împrejurările este de a se evita orice sistem de clasare preconceput.

Atunci cînd studiile vizează o populație eterogenă, în lotul selectat vor fi cuprinși indivizi din fiecare subgrupă: „randomizare stratificată". Pe această cale se asigură o răspîndire cît mai uniformă a diferitelor individualități din întreaga masă. Sînt situații cînd caracterul reprezentativ este asigurat prin divizarea populației în mai multe „cuiburi", pentru a se studia apoi în mod integral o parte din ele (este

Scanned with OKEN Scanner

exemplul comun al numerotării pe cîmpuri). Cu toate aceste precauții de omogenitate a eșantionului cu masa totală, nu se asigură practic niciodată acest deziderat, în mod absolut. Aproximarea se acceptă însă, esențial fiind ca ea să fie cît mai redusă. Atunci cînd este posibil se tinde însă spre realizarea unei omogenități riguroase, care, în biologie poate ajunge pînă la puritatea rasei unor animale, identitatea genotipică (în cercetările pe gemeni homozigoți), identitatea reactivității (cunoscută printr-o testare premergătoare).

Aceleași principii se reflectă și în imperativul *comparabilității,* care trebuie respectat atunci cînd cercetarea se efectuează pe loturi multiple. Acest caracter se asigură atît prin alcătuirea loturilor, cît și prin condițiile în care se desfășoară cercetarea. În ce privește experimentul, diferențiem în baza acelorași necesități de rigurozitate matematică, lotul-test, care suferă influența pe care o studiem, și lotul-martor, care servește drept etalon. Este posibil ca raportarea să se facă la același grup, care în condiții bazale — în lipsa factorului perturbant — devine propriul său martor, așa cum se practică frecvent în numeroase științe.

Nevoia de *exactitate* cere efectuarea unui număr suficient de măsurători. Se știe că dacă au fost studiate grupuri cu efective importante, diferențele statistice constante pot fi semnificative, chiar dacă sînt de mică amplitudine. Dimpotrivă, dacă aprecierea se bazează pe loturi restrînse, oricît de mari, diferențele își pot pierde valoarea. Variabilitatea individuală și de eșantionaj se atenuează cu numărul datelor prelucrate. Există posibilitatea, cu ajutorul unor tabele speciale, să se stabilească de la începutul cercetării mărimea loturilor, în așa fel încît să se asigure indicele de semnificație prevăzut (95% pentru majoritatea disciplinelor). Evident că sînt necesare loturi cu atît mai mari cu cît incidența fenomenului studiat este mai mică. În acest fel însăși noțiunea ideală de „lot mare" devine foarte relativă.

Scanned with OKEN Scanner

Operațiile matematice folosesc variabile cantitative cu semnificație inegală. Unele sînt condiționate, reflectînd legături legice. Altele sînt întîmplătoare. Atenția cercetătorului se îndreaptă cu deosebire asupra primei categorii. Posibilitățile de cantificare disponibile astăzi permit exprimarea cel puțin gradată, dacă nu totdeauna cifrică, și a variabilelor considerate mai înainte calitative.

Exprimarea sistematizată a datelor. Valorile obținute prin operațiile de investigație urmează a fi supuse analizei. Această operație presupune o fază pregătitoare de extragere și de grupare sistematizată a datelor, culese prin „despuierea" fișelor și protocoalelor în care au fost înregistrate. Gruparea se face metodic, conform necesităților impuse de demonstrația care urmează a fi efectuată. Se folosesc în acest scop „tabele de lucru" în care se prevăd și spațiile necesare calculelor statistice.

În redactarea unui mare număr de lucrări se prevede și înglobarea unor *tabele,* menite să redea în mod concis și inteligibil rezultatele cantitative sau calitative obținute. Aceste tabele statistice sînt alcătuite dintr-o machetă care conține atîtea spații verticale (coloane) și orizontale (rînduri) cîte variabile sînt. După numărul acestora se construiesc tabele cu o caracteristică, cu două, sau cu mai multe. După conținut, diferențiem tabele de repartiție — cu distribuție continuă sau discontinuă, după cum valorile sînt în succesiune sau separate prin hiatusuri — și tabele de corelație, în care se stabilește legătura reciprocă dintre variabile (tabelul I).

După modul de construcție, se diferențiază: tabele simple, care servesc enumerării, tabele pe grupe, în care colectivitățile sînt diferențiate în grupe omogene după o singură caracteristică și tabele combinate, care prezintă seriile statistice despărțite în grupe pe baza cel puțin a două caracteristici. În rubricile tabelelor pot fi notate și caracteristicile calitative, evaluate ca frecvență sau gradație de mărime. Fenomenele cu dezvoltare cronologică pot fi de asemenea exprimate în această manieră,

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul I

Modelul unui tabel de corelaţie cu două variabile

x \ y	y_1	y_2	y_3	Total
x_1				
x_2				
x_3				
Total				

notîndu-se variantele în timp ale caracteristicilor sau frecvenţa fenomenului pe intervalele de timp stabilite.

Caracterizarea unei colectivităţii statistice. Variabilitatea individuală care există în orice populaţie face ca valorile obţinute să acopere o arie de distribuţie mai mult sau mai puţin însemnată. Nu toate valorile sînt observate cu aceeaşi frecvenţă şi, din acest punct de vedere, cele mai numeroase sînt valorile înscrise în zona centrală a intervalului de măsurare. În acest fel se realizează curbe cu aspecte diferite, după structura lotului. Vorbim de o distribuţie normală atunci cînd se realizează o curbă simetrică, în formă de clopot (curba lui Gauss) (fig. 7). Alteori

Fig. 7. Principalele tipuri ale curbelor de distribuţie: *1* = curba în clopot a lui Gauss, *2* = curba asimetrică, *3* = curbă în „i", *4* = curbă bimodală.

Scanned with OKEN Scanner

însă, valoarea cu frecvență maximă este mai apropiată de una din extremitățile intervalului, încît realizează o distribuție asimetrică. Atunci cînd curba este constant regresivă, se obține „curba în j". Sînt situații cînd distribuția este bimodală (binomială), adică frecvențele se polarizează în jurul a două valori, indicînd existența a doi factori condițional diferiți. Mai rareori se constată distribuții multinodale.

Pentru caracterizarea unei grupări de valori individuale se recurge la mai mulți indici statistici: media, mediana, modulul.

Media aritmetică (simbol $\bar{x}$: a se citi „x barat") este cel mai important din aceștia. Această cifră sintetică, reprezentativă pentru întregul grup de măsurători se calculează după formula $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$, unde Σ (*sigma*, lit. grec.) = sumă, x = valoare individuală, n = număr total de observații. Atunci cînd se prelucrează un volum mare de date, în cadrul acestuia se realizează prin repetare mai multe grupe de valori. Să evităm aci o confuzie: calculul mediei nu pleacă de la suma acestor valori cap de serie. Un astfel de indice, la care se recurge uneori, este cunoscut sub numele de „media simplă". O cifră cu adevărat reprezentativă se obține numai dacă ținem seamă de contribuția cantitativă a fiecărui individ, deziderat pe care îl asigură „media aritmetică ponderată". În calculul acesteia intră ponderea (frecvența) diferitelor valori cifrice întîlnite. Acest ultim concept îl avem în vedere, de fapt, atunci cînd vorbim despre medie. Pentru simplicarea operațiilor, calculul se poate face și după formula: $\bar{x} = \frac{\Sigma (x \cdot p)}{n}$ unde p = frecvența diferitelor valori x. Adunarea simplă rămîne totuși de preferat atunci cînd numărul de măsurători este redus.

Pentru facilitarea calculării mediei putem recurge la procedee adjuvante. Unul dintre acestea constă în gruparea rezultatelor pe intervale delimitate arbitrar în scara valorică (clase). De exemplu, gruparea cifrelor cuprinse între 0 și 1 sub o valoare intermediară de 0,5. Este evident

Scanned with OKEN Scanner

că această aproximare crește cu mărimea intervalului ales, astfel că „rotunjirea" cifrelor trebuie făcută pe distanțe mici. Neajunsul este atenuat în parte prin corecția Sheppard, care constă în scăderea din cifra medie obținută a unei valori echivalente cu 1/12 din intervalul de măsură folosit. Alt procedeu recurge la schimbarea originii seriei de valori de la 1 la un alt număr, mai apropiat de valorile înregistrate. În acest fel se obține o însemnată simplificare a cifrelor. De exemplu, seria: 117, 95, 109, 101, 88 poate fi substituită cu seria 17, — 5, 9, 1, — 12 prin scăderea algebrică a lui 100. Valorile reale x vor fi astfel înlocuite în calcul cu valorile convenționale obținute x'. Pentru această nouă serie de cifre devine foarte simplă calcularea mediei.

Mediana este „media de poziție" a lotului, adică acea valoare individuală care împarte exact în jumătate numărul total al măsurătorilor. Se află cu ușurință căutînd cifra situată la mijlocul seriei înscrise în ordine regresivă sau progresivă. Modulul (dominanta) reprezintă valoarea individuală cea mai frecventă. Se află de asemenea fără calcul, prin simpla inspecție a datelor, sau prin gruparea lor pe clase de mărime. O caracteristică a distribuțiilor normale este suprapunerea mediei cu mediana și cu modulul.

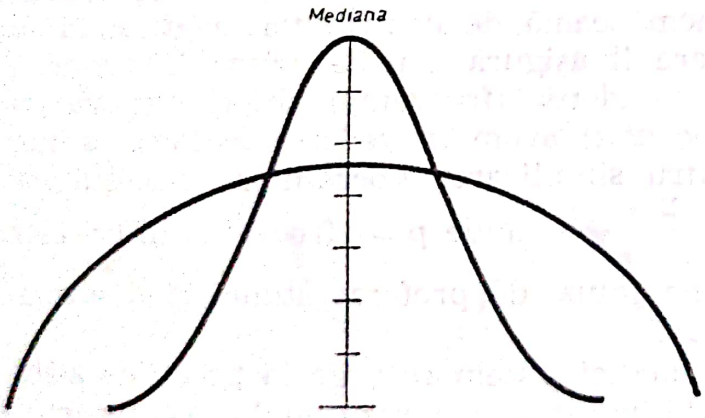


Fig. 8. Aceeași medie la serii cu dispersie diferită

Valabilitatea statistică a mediei calculate depinde — pentru mulțimi egale — de gradul dispersiei valorilor individuale, de împrăștierea lor în jurul acestei medii. Atunci cînd deviațiile $x—x$ sînt prea mari, media își pierde utilitatea, așa cum observa mai demult Cl. Bernard: „mediile se pot folosi

Scanned with OKEN Scanner

numai pentru prelucrarea unor date numerice care variază foarte puțin". Media nu este deci suficientă pentru caracterizarea unei serii statistice. Aceeași valoare poate exprima distribuții cu totul diferite (fig. 8). Din acest motiv este absolut necesar să caracterizăm o populație și prin variabilitatea ei, prin modul de grupare în jurul valorilor centrale. Pentru acest scop dispunem de mai mulți indici. **Intervalul de variație** (amplitudinea dispersiei) exprimă diferența dintre valoarea maximă și cea minimă. Are o valoare redusă, orientativă. **Deviația medie** (simbol *DM*, sinonime: abaterea medie) reprezintă media tuturor devierilor, socotite fără a ține seamă de sensul lor față de medie. Este un indiciu aproximativ al variabilității.

Deviația standard (simbol *DS* sau *s* sau π = *pi*, sinonime: abatere tip, deviație pătratică) este cel mai valoros indice. În principiu, valoarea sa exprimă media devierilor de la media aritmetică, deci $\frac{\Sigma(\bar{x}-x)}{n}$. O astfel de formulare este însă egală cu zero, deoarece devierile se fac în egală măsură de ambele părți ale mediei, astfel că cifrele pozitive sînt anulate de cele negative. Din acest motiv s-a recurs la transpunerea tuturor cifrelor într-o serie pozitivă prin ridicarea la pătrat (tabelulII). Formula devine în acest fel $DS^2 = \frac{\Sigma(\bar{x}-x)^2}{n-1}$, de unde $DS = \sqrt{\frac{\Sigma(\bar{x}-x)^2}{n-1}}$. Deviația standard devine astfel rădăcina pătrată a

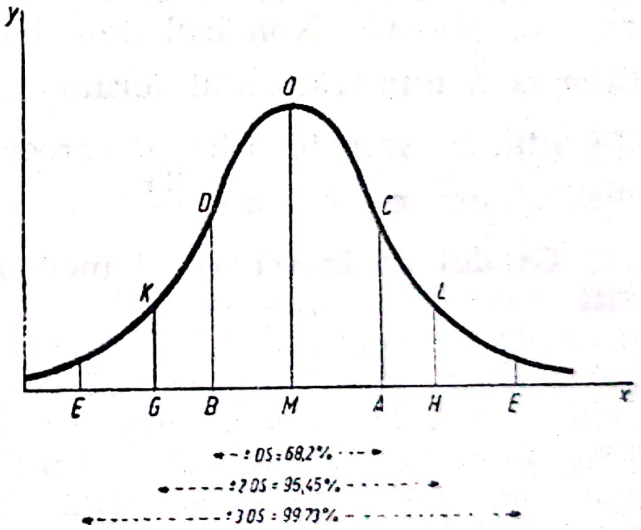


Fig. 9. Relația dintre deviația standard și concentrarea valorilor în distribuția normală.

Scanned with OKEN Scanner

raportului dintre suma pătratelor devierilor și numărul măsurătorilor. La numitor a fost introdus în locul lui n valoarea $n-1$ (care exprimă „gradele de libertate"), pentru a evita o anumită eroare, într-o rigurozitate pe care nu toți statisticienii o impun (fig. 9).

Deoarece operația este destul de laborioasă s-au recomandat și aici unele procedee de facilitare, la care se poate recurge concomitent. Dacă s-a folosit pentru calculul mediei gruparea rezultatelor în clase, valoarea *DS* obținută va fi corectată prin scăderea lui $1/12^2$ din valoarea intervalului folosit (corecția Sheppard). Dacă a fost schimbată originea seriei de valori, devierea rămîne nemodificată astfel că nu se impune nici o corecție. Substituirea mediei cu o cifră rotundă apropiată poate scuti de calcule greoaie cu zecimale, calculînd devierile față de această cifră. Calculul *DS* se face cu pătratul diferențelor dintre x și media rotunjită, dar rezultatul va fi corectat prin adăugarea pătratului diferenței dintre această cifră (G) și media reală $(\bar{x})$,adică prin adăugarea lui $(G-\bar{x})^2$. Numărul calculelor poate fi scăzut prin exprimarea diferită a numărătorului formulei, $\Sigma\,(\bar{x}-x)^2$ devenind $\Sigma x - \frac{(\Sigma x)^2}{n}$. Rezultatele sînt identice deoarece ambele expresii constituie termenii unei ecuații $x-\bar{x} = x-\frac{\Sigma x}{n}$.

Gradul de încredere al mediei. Media aritmetică este o cifră întîlnită doar la o mică parte din măsurători, dar în jurul ei se grupează majoritatea valorilor individuale. În cazul distribuției normale intervalul delimitat de $\bar{x} \pm DS$ acoperă 68% din totalitatea măsurătorilor, intervalul $\bar{x} \pm 2\,DS$ acoperă 95% și în sfîrșit, intervalul $\bar{x} \pm 3\,DS$ acoperă 99%. Dacă am repeta măsurătorile pe alte eșantioane din populația studiată, am obține de fiecare dată o altă valoare medie. Se pune de aceea problema dacă media pe care am calculat-o este într-adevăr semnificativă pentru grupul testat. Dacă între diferitele medii succesive se constată diferențe mici, putem afirma această calitate indispensabilă pentru afir-

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul II

Tabela pătratelor

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81
10	100	121	144	169	196	225	256	289	324	361
20	400	441	484	529	576	625	676	729	784	841
30	900	961	1024	1089	1156	1225	1296	1369	1444	1521
40	1600	1681	1764	1849	1936	2025	2116	2209	2304	2401
50	2500	2601	2704	2809	2916	3025	3136	3249	3364	3481
60	3600	3721	3844	3969	4096	4225	4356	4489	4624	4761
70	4900	5041	5184	5329	5476	5625	5776	5929	6084	6241
80	6400	6561	6724	6889	7056	7225	7396	7569	7744	7921
90	8100	8281	8464	8649	8836	9025	9216	9409	9604	9801
100	10000	10201	10404	10609	10816	11025	11236	11449	11664	11881
110	12100	12321	12544	12769	12996	13225	13456	13689	13924	14161
120	14400	14641	14884	15129	15376	15625	15876	16129	16384	16641
130	16900	17161	17424	17689	17956	18225	18496	18769	19044	19321
140	19600	19881	20164	20449	20736	21025	21316	21609	21904	22201
150	22500	22801	23104	23409	23716	24025	24336	24649	24964	25281
160	25600	25921	26244	26569	26896	27225	27556	27889	28224	28561
170	28900	29241	29584	29929	30276	30625	30976	31329	31684	32041
180	32400	32761	33124	33489	33856	34225	34596	34969	35344	35721
190	36100	36481	36864	37249	37636	38025	38416	38809	39204	39601
200	40000	40401	40804	41209	41616	42025	42436	42849	43264	43681
210	44100	44521	44944	45369	45796	46225	46656	47089	47524	47961
220	48400	48841	49284	49729	50176	50625	51076	51529	51984	52441
230	52900	53361	53824	54289	54756	55225	55696	56169	56644	57121
240	57600	58081	58564	59049	59536	60025	60516	61009	61504	62001

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul II (continuare)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
250	62500	63001	63504	64009	64516	65025	65536	66049	66564	67081
260	67600	68121	68644	69169	69696	70225	70756	71289	71824	72361
270	72900	73441	73984	74529	75076	75625	76176	76729	77284	77841
280	78400	78961	79524	80089	80656	81225	81796	82369	82944	83521
290	84100	84681	85264	85849	86436	87025	87616	88209	88804	89401
300	90000	90601	91204	91809	92416	93025	93636	94249	94864	95481
310	96100	96721	97344	97969	98596	99225	99856	100489	101124	101761
320	102400	103041	103684	104329	104976	105625	106276	106929	107584	108241
330	108900	109561	110224	110889	111556	112225	112896	113569	114244	114921
340	115600	116281	116964	117649	118336	119025	119716	120409	121104	121801
350	122500	123201	123904	124609	125316	126025	126736	127449	128164	128881
360	129600	130321	131044	131769	132496	133225	133956	134689	135424	136161
370	136900	137641	138384	139129	139876	140625	141376	142129	142884	143641
380	144400	145161	145924	146689	147456	148225	148996	149769	150544	151321
390	152100	152881	153664	154449	155236	156025	156816	157609	158401	159201
400	160000	160801	161604	162409	163216	164025	164836	165649	166464	167281
410	168100	168921	169744	170569	171396	172225	173056	173889	174724	175561
420	176400	177241	178084	178929	179776	180625	181476	182329	183184	184041
430	184900	185761	186624	187489	188356	189225	190096	190969	191844	192721
440	193600	194481	195364	196249	197136	198025	198916	199809	200704	201601
450	202500	203401	204304	205209	206116	207025	207936	208849	209764	210681
460	211600	212521	213444	214369	215296	216225	217156	218089	219024	219961
470	220900	221841	222784	223729	224676	225625	226576	227529	228484	229441
480	230400	231361	232324	233289	234256	235225	236196	237169	238144	239121
490	240100	241081	242064	243049	244036	245025	246016	247009	248004	249001

Exemplu. Pătratul lui 498 este 248004.
4,98 „ 24,8004.

Rădăcina pătrată a lui 56169 este 237.
561,69 este 23,7.

(pentru numerele care nu se găsesc în tabelă, se consideră cele două cifre adiacente)

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul II (continuare)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	250000	251001	252004	253009	254016	255025	256036	257049	258064	259081
510	260100	261121	262144	263169	264196	265225	266256	267289	268324	269361
520	270400	271441	272484	273529	274576	275625	276676	277729	278784	279841
530	280900	281961	283024	284089	285156	286225	287296	288369	289444	290521
540	291600	292681	293764	294849	295936	297025	298116	299209	300304	301401
550	302500	303601	304704	305809	306916	308025	309136	310249	311364	312481
560	313600	314721	315844	316969	318096	319225	320356	321489	322624	323761
570	324900	326041	327184	328329	329476	330625	331776	332929	334084	335241
580	336400	337561	338724	339889	341056	342225	343396	344569	345744	346921
590	348100	349281	350464	351649	352836	354025	355216	356409	357604	358801
600	360000	361201	362404	363609	364816	366025	367236	368449	369664	370881
610	372100	373321	374544	375769	376996	378225	379456	380689	381924	383161
620	384400	385641	386884	388129	389376	390625	391876	393129	394384	395641
630	396900	398161	399424	400689	401956	403225	404496	405769	407044	408321
640	409600	410881	412164	413449	414736	416025	417316	418609	419904	421201
650	422500	423801	425104	426409	427716	429025	430336	431649	432964	434281
660	435600	436921	438244	439569	440896	442225	443556	444889	446224	447561
670	448900	450241	451584	452929	454276	455625	456976	458329	459684	461041
680	462400	463761	465124	466489	467856	469225	470596	471969	473344	474721
690	476100	477481	478864	480249	481636	483025	484416	485809	487204	488601
700	490000	491401	492804	494209	495616	497025	498436	499849	501264	502681
710	504100	505521	506944	508369	509796	511225	512656	514089	515524	516961
720	518400	519841	521284	522729	524176	525625	527076	528529	529984	531441
730	532900	534361	535824	537289	538756	540225	541696	543169	544644	546121
740	547600	549081	550564	552049	553536	555025	556516	558009	559504	561001

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul II (continuare)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
750	562500	564001	565504	567009	568516	570025	571536	573049	574564	576081
760	577600	579121	580644	582169	583696	585225	586756	588289	589824	591361
770	592900	594441	595984	597529	599076	600625	602176	603729	605284	606841
780	608400	609961	611524	613089	614656	616225	617796	619369	620944	622521
790	624100	625681	627264	628849	630436	632025	633616	635209	636804	638401
800	640000	641601	643204	644809	646416	648025	649636	651249	652864	654481
810	656100	657721	659344	660969	662596	664225	665856	667489	669124	670761
820	672400	674041	675684	677329	678976	680625	682276	683929	685584	687241
830	688900	690561	692224	693889	695556	697225	698896	700569	702244	703921
840	705600	707281	708964	710649	712336	714025	715716	717409	719104	720801
850	722500	724201	725904	727609	729316	731025	732736	734449	736164	737881
860	739600	741321	743044	744769	746496	748225	749956	751689	753424	755161
870	756900	758641	760384	762129	763876	765625	767376	769129	770884	772641
880	774400	776161	777924	779689	781456	783225	784996	786769	788544	790321
890	792100	793881	795664	797449	799236	801025	802816	804609	806404	808201
900	810000	811801	813604	815409	817216	819025	820836	822649	824464	826281
910	828100	829921	831744	833569	835396	837225	839056	840889	842724	844561
920	846400	848241	850084	851929	853776	855625	857476	859329	861184	863041
930	864900	866761	868624	870489	872356	874225	876096	877969	879844	881721
940	883600	885481	887364	889249	891136	893025	894916	896809	898704	900601
950	902500	904401	906304	908209	910116	912025	913936	915849	917764	919681
960	921600	923521	925444	927369	929296	931225	933156	935089	937024	938961
970	940900	942841	944784	946729	948676	950625	952576	954529	956484	958441
980	960400	962361	964324	966289	968256	970225	972196	974169	976144	978121
990	980100	982081	984064	986049	988036	990025	992016	994009	996004	998001

Scanned with OKEN Scanner

Tabela lui t

n-1 \ p	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,158	1,000	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,142	0,816	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,765	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,134	0,741	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,727	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,131	0,718	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,711	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,706	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,703	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,700	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,697	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,695	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,694	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,692	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,691	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,690	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,689	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,688	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,688	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,687	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,686	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,686	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,685	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,685	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,684	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,684	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,684	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,683	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,683	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,127	0,683	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
	0,126	0,674	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Scanned with OKEN Scanner

mația riguroasă. Testăm valoarea reprezentativă a mediei stabilindu-i gradul de încredere. Folosim pentru aceasta **eroarea standard a mediei** (simbol *ES* sau $s_{\bar{x}}$) care exprimă dispersiunea mediilor ce ar fi obținute pe eșantioane multiple ale populației. Semnificația mediei este cu atît mai mare cu cît numărul de cazuri crește iar variabilitatea individuală scade. În acest fel *ES* este proporțională cu *DS* și invers proporțională cu rădăcina pătrată a numărului de observații. Avem deci $ES = \frac{DS}{\sqrt{n}}$, formulă provenită din $ES = \sqrt{\frac{DS^2}{n}}$. Remarcăm faptul că precizia măsurătorilor crește mai ușor prin reducerea dispersiei decît prin creșterea numărului de observații.

Pe baza erorii standard a mediei se pot stabili limitele între care se găsește aproape sigur media unei serii de date, limite care marchează intervalul de încredere. Acesta se calculează pentru loturile mari (peste 200 măsurători) prin înmulțirea erorii mediei cu 3. Pe loturile mai mici *ES* va fi înmulțită cu indicele *t*. Valoarea acestuia se extrage din tabelul lui Student și se găsește în legătură directă cu numărul observațiilor testate:

n	valoarea lui *t*	*n*	valoarea lui *t*
5	6,5	16	3,6
6	5,5	17	3,5
7	4,9	18	3,5
8	4,5	19	3,5
9	4,3	20	3,4
10	4,1	30	3,3
11	4	40	3,2
12	3,9	50	3,2
13	3,8	60	3,1
14	3,6	100	3,1
15	3,6	200	3

Scanned with OKEN Scanner

În toate aceste cazuri spunem că media prezintă încredere, adică este probantă, numai dacă este mai mare decît intervalul de siguranță, deci dacă $\bar{x} > 3\ ES$ și respectiv $\bar{x} > t.ES$. Cu această precauție riscul de eroare este de 5% și satisface cerințele probabilității științifice.

Pentru aprecierea semnificației mediei la grupele foarte mici, unde deviația standard nu poate aprecia în mod corect abaterea, pentru calcularea intervalului de siguranță s-a propus indicele t după formula: $t = \frac{\bar{x}}{\frac{DS^2}{n}}$ adică $t = \frac{\bar{x}}{ES^2}$. Riscul de eroare (probabilitatea P) se caută apoi în tabelul lui t. Media este semnificativă dacă $P < 0{,}05$ (risc 5%).

Compararea a două medii. Cercetarea științifică impune adesea compararea unor loturi diferite, fiecare fiind caracterizat printr-o anumită medie. Sînt diferențele constatate, semnificative sau sînt doar întîmplătoare, reflectînd diferențele de eșantionaj? Pentru a fi reținută ca semnificativă, diferența între cele două medii comparate trebuie să depășească — pentru loturile mari de peste 200 cazuri — triplul erorii standard, deci să fie realizată condiția $\bar{x} - \bar{x}' > 3\ ES$. Pentru loturile sub 200 cazuri recurgem la testul t atunci cînd se compară mărimi și testul χ^2 (chi²), pentru frecvențe și procentaje.

Indicele t se calculează după formula $t = \frac{\bar{x} + \bar{x}'}{\sqrt{ES^2 + ES'^2}}$ unde $\bar{x}$ și $\bar{x}'$ sînt cele două medii, iar ES și ES' sînt erorile standard ale acestora. Valoarea obținută este căutată în tabelul de distribuție al lui t, pe rîndul corespunzător gradelor de libertate socotite pentru totalul observațiilor din ambele loturi: $(n + n') - 2$. Indicele de probabilitate se citește pe primul rînd al tabelului. Diferența între cele două medii este semnificativă dacă P este mai mic de 0,05 sau cel mult egal ($P \leqslant 0{,}05$). Dacă $P < 0{,}002$ atunci semnificația este înaltă, dacă $P < 0{,}01$ atunci semnificația este foarte înaltă (tabelul III).

Scanned with OKEN Scanner

Pentru loturile mai mici de 30 entități indicele t se calculează prin prelucrarea globală a măsurătorilor din ambele serii comparate. Același procedeu se aplică și dacă un singur lot este mic. Folosim următoarea formulă de calcul: $t = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{\sqrt{\frac{DS^2}{n} + \frac{DS'^2}{n'}}}$. Dispersia comună celor două loturi notate cu x și x' se calculează astfel: $DS^2 = \frac{\Sigma_1^n(\bar{x} - x)^2 + \Sigma(\bar{x}' - x')^2}{(n + n') - 2}$

$$\text{adică } DS^2 = \frac{\Sigma x^2 - \bar{x} \cdot \Sigma(x) + \Sigma x'^2 - \bar{x}' \cdot \Sigma(x')}{(n + n') - 2}$$

În formula lui t numitorul reprezintă DS a diferenței dintre cele două medii. Dacă riscul $P < 5\%$ atunci diferența este semnificativă.

Diferența dintre frecvențe, exprimate în număr absolut sau în procente, se evaluează prin metoda lui χ^2. Acest indice se calculează după formula: $\chi^2 = \frac{\Sigma(f - F)}{F}$ unde f = frecvența înregistrată la primul lot, și F = frecvența obținută la lotul al doilea. Atunci cînd comparația se face cu o cifră ipotetică, aceasta se notează cu F iar cifra obținută corăspunde lui f. Probabilitatea P este redată în tabelul lui χ^2 (tabelul V). Și aici diferența este semnificativă dacă $P < 0{,}05$ (tabelul IV).

Dacă prin comparare se obțin diferențe semnificative, spunem că a fost acceptată „ipoteza specifică", de la originea cercetării întreprinse, și că a fost respinsă „ipoteza nulă", adică ipoteza întîmplării, și invers. Cînd cercetarea cuprinde mai multe loturi comparative, mediile se compară două cîte două, căutînd între care din ele există o diferență semnificativă.

Corelația dintre două variabile. Prelucrarea statistico-matematică are o deosebită importanță pentru evidențierea legăturii condiționale dintre fenomene. Procedeele la care se poate recurge sînt numeroase

Scanned with OKEN Scanner

Tabela lui χ^2

n−1 \ p	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,0158	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	10,827
2	0,211	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210	13,815
3	0,584	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345	16,266
4	1,064	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	18,467
5	1,610	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086	20,515
6	2,204	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812	22,457
7	2,833	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475	24,322
8	3,490	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090	26,125
9	4,168	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666	27,877
10	4,865	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209	29,588
11	5,578	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725	31,264
12	6,304	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217	32,909
13	7,042	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688	34,528
14	7,790	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	26.873	29,141	36,123
15	8,547	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578	37,697
16	9,312	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	29,633	32,000	39,252
17	10,085	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	30,995	33,409	40,790
18	10,865	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	32,346	34,805	42,312
19	11,651	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	33,687	36,191	43,820
20	12,443	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	35,020	37,566	45,315
21	13,240	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	36,343	38,932	46,797
22	14,041	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	37,659	40,289	48,268
23	14,848	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	38,968	41,638	49,728
24	15,659	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	40,270	42,980	51,179
25	16,473	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	41,566	44,314	52,620
26	17,292	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	42,856	45,642	54,052
27	18,114	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	44,140	46,963	55,476
28	18,939	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	45,419	48,278	56,893
29	19,768	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	46,693	49,588	58,302
30	20,599	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	47,962	50,892	59,703

Scanned with OKEN Scanner

(23, 54, 78, 106, 113, 116, 121). O manieră simplă, analitică, este realizarea unui nor de puncte cu ajutorul tabelului de corelație: diferitele valori individuale se grupează pe grupe de mărime — în număr aproximativ egal pentru ambele variabile — ordonate pe verticală și respectiv pe orizontală. Aprecierea se face optic, asemănător ca la graficul de corelație. Aplicabilitatea este rezervată populațiilor mari.

Evaluarea exactă a corelației se face însă doar prin indicatori sintetici. Utilizarea lor presupune distribuții normale de valori.

Coeficientul de corelație r se calculează după formula: $r = \frac{\Sigma (\bar{x} - x)(\bar{y} - y)}{n \cdot DS_x \cdot DS_y}$ unde x și y sînt cele două variabile, cu mediile respective $\bar{x}$ și $\bar{y}$. Numărătorul conține deci suma produselor dintre abaterile de la medie ale celor două variabile, produsul fiind calculat pentru fiecare entitate în rînd (x_1 și y_1, x_2 și y_2 etc). Calculul devine mai simplu dacă substituim termenii enunțați cu $xy - nxy$, avînd în vedere ecuațiile următoare: $\Sigma x = n\bar{x}$, $\Sigma y = n\bar{y}$, $\Sigma \bar{x}\bar{y} = n\bar{x}\bar{y}$. Va rezulta astfel formula: $r = \frac{\Sigma xy - n\bar{x}\bar{y}}{n \cdot DS_x \cdot DS_y}$. Valoarea obținută variază între 0 și ± 1. Valorile pozitive exprimă corelația directă (variații în aceeași direcție), cele negative corelația inversă (variații de sens opus). Cu cît cifra este mai apropiată de 1, corelația este mai strînsă. Valoarea 0 exprimă corelația nulă. Probabilitatea se citește în tabelul lui r (tabelul V). Pentru loturile cu $n < 100$, semnificația trebuie verificată cu ajutorul lui t calculat astfel: $t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \cdot \sqrt{n - 2}$, unde n = efectivul total. Corelația este semnificativă dacă $P < 0{,}05$.

Intensitatea corelației poate fi evaluată și cu ajutorul indicelui de corelație R, care necesită însă în prealabil calcularea regresiei. În cazul corelației liniare $r = R$.

Cînd una din variabile este cantitativă și cealaltă calitativă, comparăm media aritmetică a variabilei cantitative cu prezența sau absența

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul V

Tabela lui r

n—l \ p	0,10	0,05	0.02	0,01
1	0,9877	0,9969	0,9995	0,9999
2	0,9000	0,9500	0,9800	0,9900
3	0,8054	0,8783	0,9343	0,9587
4	0,7293	0,8114	0,8822	0,9172
5	0,6694	0,7545	0,8329	0,8745
6	0,6215	0,7067	0,7887	0,8343
7	0,5822	0,6664	0,7498	0,7977
8	0,5494	0,6319	0,7155	0,7646
9	0,5214	0,6021	0,6851	0,7348
10	0,4973	0,5760	0,6581	0,7079
11	0,4762	0,5529	0,6339	0,6835
12	0,4575	0,5324	0,6120	0,6614
13	0,4409	0,5139	0,5923	0,6411
14	0,4259	0,4973	0,5742	0,6226
15	0,4124	0,4821	0,5577	0,6055
16	0,4000	0,4683	0,5425	0,5897
17	0,3887	0,4555	0,5285	0,5751
18	0,3783	0,4438	0,5155	0,5614
19	0,3687	0,4329	0,5034	0,5487
20	0,3598	0,4227	0,4921	0,5368
25	0,3233	0,3809	04451	0,4869
30	0,2960	0,3494	0,4093	0,4487
35	0,2746	0,3246	0,3810	0,4182
40	0,2573	0,3044	0,3578	0,3932
45	0,2428	0,2875	0,3384	0,3721
50	0,2306	0,2732	0,3218	0,3541
60	0,2108	0,2500	0,2948	0,3248
70	0,1954	0,2319	0,2737	0,3017
80	0,1829	0,2172	0,2565	0,2830
90	0,1726	0,2050	0,2422	0,2673
100	0,1638	0,1946	0,2301	0,2540

Scanned with OKEN Scanner

celeilalte. Aceasta din urmă ar putea fi diferențiată eventual în mai multe clase de mărime. Prelucrarea se aplică de asemenea exclusiv seriilor statistice cu distribuție normală pentru fiecare clasă a variabilei calitative. Cînd ambele variabile studiate sînt calitative, se apreciază frecvența lor și se aplică cifrelor obținute testul χ^2.

Regresia. Este o noțiune statistică ce exprimă variația unui fenomen în funcție de altul. Termenul a fost utilizat inițial, de Galton, în sensul de revenire a taliei descendenților — după cîteva generații — spre înălțimea medie a grupului. Regresia constituie un caz particular al corelației dintre două variabile cantitative, în care legătura este urmărită doar din punctul de vedere al uneia din ele. Exemple: variația notelor în funcție de numărul disciplinelor studiate, a greutății în funcție de densitate etc. Măsurarea se face cu ajutorul coeficientului de regresie k. Acesta evaluează regresia lui y față de x, după formula: $k = \frac{\Sigma (\bar{x} - x)(\bar{y} - y)}{\sqrt{\Sigma (\bar{x} - x)^2}}$, unde x și y sînt cele două variabile. După cum se observă, formula este analoagă cu cea a coeficientului r, dar la numitor este cuprinsă doar abaterea variabilei față de care se calculează regresia.

În prezent matematica a dobîndit un loc mult mai important în cercetare, decît cel al prelucrării statistice descriptive. Prin calcule de tip superior, ea poate contribui la cunoașterea esenței multor fenomene, la identificarea unor legități care nu pot fi altfel cunoscute. A devenit de aceea tot mai necesară colaborarea cu specialiști matematicieni și cu centre de calcul automat. Pregătirea matematică de bază se impune în toate domeniile științei.

Scanned with OKEN Scanner

REPREZENTAREA GRAFICĂ

În activitatea de cercetare științifică s-a recurs încă de mult, spontan, la reprezentări figurate realizate prin linii sau figuri geometrice în scopul înlesnirii transmiterii unor informații. Acestea au servit în însemnată măsură la însăși progresul cunoașterii, prin explicitarea unor fenomene. Preocupări sistematice față de astfel de procedee se cunosc doar în perioada de fundamentare a metodologiei științei, concomitent cu introducerea prelucrării matematice. Dezvoltarea mijloacelor de reprezentare grafică a fost impulsionată tocmai de necesitatea exprimării cifrelor într-o formă mai ușor accesibilă. Playfair (sec. XVII) este cel care, structurînd pentru prima dată un material sistematizat privind reprezentarea grafică, sublinia că „prin metoda grafică se pot imprima în cinci minute în memorie, în mod durabil, informații al căror studiu prin tabele ar fi necesitat zile întregi".

Metoda a difuzat fără excepție în toate disciplinele. S-a identificat într-atît cu ideea pe care o vehiculează, încît întîlnim astăzi fenomene cunoscute curent sub denumiri care au derivat din această transpunere grafică. De exemplu, dinamica a numeroase procese cu desfășurare cronologică nu poate fi concepută în afara termenului de „curbă de evoluție", legătura funcțională dintre două variabile este în general exprimată prin „linia de regresie". De aportul reprezentării grafice nu beneficiază numai științele caracterizate printr-un conținut concret, măsurabil. Chiar analiza dusă în aria abstractizării poate dobîndi mai mult

Scanned with OKEN Scanner

înțeles dacă primește un suport intuitiv, grafic. Matematicienii teoreticieni și filozofii au găsit, nu rareori, soluția problemelor propuse în indicațiile sugerate de anumite scheme scrise. Prin ancorarea la planul vizual se facilitează o concentrare mai eficientă a gîndirii.

Funcții. Reprezentarea grafică asigură, în esență, exprimarea sintetică și totodată într-o formă accesibilă, a unor date cifrice sau a unor caracteristici calitative. Înlocuiește în acest fel analize care în text ar deveni greu de urmărit și sporește puterea de înțelegere. Figurile construite — mono, bi, sau tridimensionale, — respectă regulile riguroase ale geometriei, conformîndu-se în același timp cerințelor estetice elementare. Prin capacitatea de a evidenția aspecte esențiale ale fenomenelor studiate, reprezentarea grafică permite cunoașterea unei mari serii de particularități: metrice, structurale, evolutive, spațiale, corelaționale, distributive. Ca metodă prin excelență intuitivă, ea deschide perspectiva generalizării și a abstractizării. De aci decurg și cele două principale funcții pe care le exercită: euristică (de descoperire) și informațională (de transmitere).

Reprezentarea grafică dobîndește **semnificație euristică** numai în măsura în care favorizează procesul de cunoaștere, descoperirea. Cu ajutorul ei legitățile obiective sînt, într-adevăr, mai ușor întrevăzute. Nu este vorba numai de rapiditatea operației, de scurtarea perioadei de elaborare a unor teze originale — obiectiv, dealtfel nu lipsit de importanță — ci de un aport mult mai însemnat: posibilitatea de observare a unor aspecte care, altfel, ar putea rămîne ignorate. Metoda își aduce o contribuție considerabilă la înțelegerea semnificației unor rezultate obținute, ca și a relațiilor dintre ele. Reprezentarea grafică este principalul și cel mai simplu mijloc de evidențiere a legăturii condiționale dintre doi sau mai mulți parametri, substituindu-se unor calcule matematice complicate. Asigură, de asemenea, compararea loturilor care au fost cercetate și urmărirea fenomenelor cu desfășurare în timp.

Scanned with OKEN Scanner

Sub **raport informațional** reprezentarea grafică oferă posibilitatea expunerii logice și demonstrative a datelor. Lucrarea — atît comunicarea orală, cît și publicația — devine mai concretă și mai clară, este mai ușor de urmărit.

O semnificație particulară se cuvine a fi acordată **calculului grafic**, care cunoaște în prezent o dezvoltare precipitată. Reprezentarea grafică devine bază pentru obținerea unui mare număr de indici ale căror valori sînt de o preciziune satisfăcătoare, în raport cu procedeele matematice, ceea ce le justifică utilizarea.

Condiții. Pentru a satisface imperativele unui instrument de cercetare corespunzător, reprezentarea grafică trebuie să satisfacă mai multe condiții.

1. *Justificare logică și utilitate.* Alcătuirea unui grafic trebuie să rezulte în mod firesc din necesitățile raționamentului sau ale argumentării. În acest sens, se situează ca etapă care succede totdeauna prelucrarea statistico-matematică, folosind cifrele furnizate de ea și continuînd-o.

2. *Expresivitate și putere sugestivă.* Trebuiesc bine cunoscute diferitele varietăți de reprezentare, pentru a alege modelul cel mai adecvat cu specificul problemei investigate. Întocmirea unui bun grafic presupune o anumită obișnuință a „gîndirii grafice" și cunoașterea performanțelor diferitelor tipuri.

3. *Simplitate și claritate în concepție.* Desenele trebuie să poată fi ușor înțelese și reținute. Se recomandă de aceea evitarea aglomerării excesive, a suprapunerii de numeroase linii sau a legendelor prea lungi. În general se caută ca fiecare grafic să exprime o singură idee. În orice caz, nu trebuie încărcat cu mai multe probleme decît ar putea vehicula fără a solicita eforturi disproporționate cu beneficiul și fără a deveni confuz. Numărul prea mare de variabile atrage inscripții numeroase sau legende greu de fixat.

Scanned with OKEN Scanner

4. *Precizie și exactitate matematică în execuție.* Reprezentarea grafică respectă cu strictețe mărimea reală a valorilor la care se referă. Aproximările generează erori, interpolările și extrapolările exagerate sînt neștiințifice. Scara de mărime aleasă va fi utilizată în mod uniform la înscrierea tuturor cifrelor.

5. *Aparat grafic complet.* Figurile propriu-zise se însoțesc în toate cazurile de indicațiile și legenda corespunzătoare. Ca elemente de identificare se folosesc titlul — cuprinzător, reflectînd în mod concis conținutul — și numărul de ordine.

Elementele constitutive ale graficului. *Sistemul de coordonate* constituie scheletul graficului. Acesta permite reprezentarea metrică și oferă punctele de reper pentru trasarea liniilor și figurilor. Prin construcție, poate fi rectangular sau circular.

Sistemul de coordonate rectangular (cartezian) este cel mai folosit. Constă din două linii dispuse în unghi drept: punctul de întîlnire se notează cu *O* (originea celor patru drepte care rezultă din întretăiere), axul vertical cu *OY* (ordonata, axul *Y*-lor), axul orizontal cu *OX* (abscisa, axul *X*-lor). În mod obișnuit reprezentarea se face în cadranul superior drept. Cînd este vorba de numere cu două sensuri, valorile pozitive se înscriu aci, iar valorile negative în cadranul inferior drept. Aceleași două cadrane servesc alteori pentru compararea imediată a două serii de mărimi, chiar dacă sînt de același sens.

Sistemul de coordonate circular stă la baza diagramelor circulare, folosite mai frecvent pentru reprezentarea fenomenelor dinamice și a structurilor. Dimensiunea se poate măsura în lungimea razei sau în segmente de cerc.

Scara metrică este elementul care conferă graficului preciziune. Ca suport al său, în sistemul rectangular se folosesc cele două drepte ale cadranului. Lungimea scării nu poate cuprinde toate cifrele astfel că se marchează prin diviziuni doar intervalele semnificative (0—50—100——150—200 etc). Intervalul care va fi indicat este stabilit în funcție de

Scanned with OKEN Scanner

mărimea seriei și de spațiul disponibil. Cele mai folosite sînt scările aritmetice (uniforme), în cazul cărora intervalele sînt totdeauna egale. Pentru marcarea diviziunilor nodale se folosesc liniuțe de dimensiuni mai mari, pentru cifrele intermediare se folosesc liniuțe fine.

Scările metrice neuniforme sînt caracterizate prin intervale inegale. Se numesc și „scări funcționale" deoarece servesc la evidențierea relației dintre două variabile („funcția"). Cea mai utilizată este scara logaritmică, și măsoară valorile logaritmice ale mărimilor din seria aritmetică. Pentru fiecare indice, măsurarea se face de la punctul de origine O, astfel că intervalele marcate diminuă progresiv (fig. 10). O suită de asemenea intervale, corespunzătoare unei serii numerice din sistemul zecimal, constituie modulul sau ciclul scării. Modulul de bază constă din logaritmii numerelor 1—10. După necesități, se poate continua și cu alte cicluri de ordine superioară (logaritmi de 10—100, logaritmi de 100—1 000 etc) sau de ordine inferioară (logaritmi de 1—0,1, logaritmi de 0,1—0.01 etc).

Pentru sistemul de axe cartezian se măsoară pe ordonată variabila „dependentă" (mărimea, frecvența), utilizînd fie valoarea sa absolută, fie pe cea relativă (procente, indici). Pe abscisă este notată variabila „independentă": timpul, intervalele de mărime, denumireaa loturilor etc. Excepție fac doar graficele de corelație, care prezintă pe ambele coordonate mărimi dependente, intercondiționate.

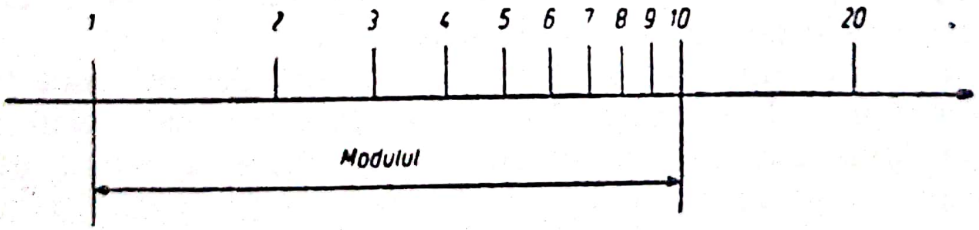


Fig. 10. Scară logaritmică.

Scanned with OKEN Scanner

Există situații cînd se studiază raportul dintre mai multe variabile ale căror unități de măsură sînt distincte. Devin necesare două și chiar mai multe scări metrice separate, care se numesc „conjugate" din cauza legăturilor dintre ele. Asemenea scări pot fi realizate fie pe același suport (prin diviziuni așezate de o parte și de alta a sa) fie pe suporturi distincte, paralele, situate la distanță. Nu este indicat să se construiască un număr mai mare de două-trei scări de acest tip, deoarece graficul devine inexplicit.

Pentru a asigura proporții armonioase desenului, trebuiesc respectate anumite relații între lungimea intervalelor de pe cele două ordonate. Pentru graficele dreptunghiulare dispuse orizontal se urmărește ca unghiul dintre diagonală și abscisă să fie de 25°, pentru cele dispuse vertical, de 45°.

Rețeaua graficului este alcătuită din linii paralele (verticale și orizontale) care unesc punctele etalon de pe scările respective. După scara de mărime din care derivă, distingem rețele aritmetice, logaritmice și semilogaritmice (avînd o scară aritmetică și o scară logaritmică). Trasarea rețelei este necesară pentru construirea curbelor, atunci cînd nu avem disponibilă hîrtie specială (fig. 11). Pe desenul definitiv se renunță de cele mai multe ori la ea. Cînd devine totuși necesară se va realiza cu ajutorul unor linii fine care să nu acopere curbele semnificative.

Inscripțiile graficului indică variabilele reprezentate, unitățile de măsură, intervalele de timp, loturile studiate etc.

Legenda redă semnificația diferitelor tipuri de linii sau haşuri (culori). Diferențierea liniilor se face prin grosime sau prin modul de trasare: continuă, întreruptă, alternanță de linie și punct etc. Indicațiile se înscriu alături de o mică arie dreptunghiulară (în cazul haşurilor) sau de un fragment scurt de linie. Legenda se așază sub macheta graficului sau, după dimensiuni, la dreapta sa.

Scanned with OKEN Scanner

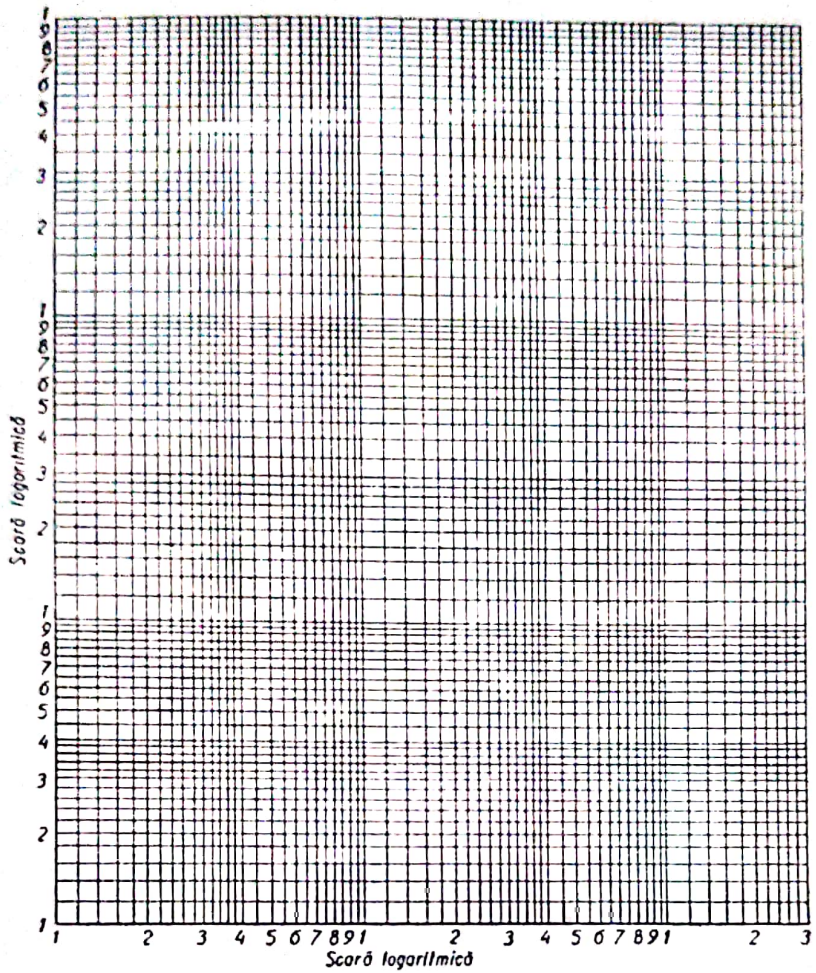


Fig. 11. Rețea logaritmică

Elemente de identificare. Pentru reperarea graficului comentat în text și pentru încadrarea corectă la imprimare este necesară numerotarea. Cînd există un singur grafic, trimiterea se poate face și în mod direct, în continuarea textului care se referă la el. Lîngă titlu se indică

Scanned with OKEN Scanner

și sursa de proveniență a datelor sau lucrarea după care a fost reprodus graficul.

Notele suplimentare sînt utilizate în puține împrejurări, situîndu-le sub desen. Pot fi înlocuite prin explicații în text.

Tipuri de grafice. După modul de construire și elementele grafice utilizate, se diferențiază: diagrame, curbe, profiluri grafice, cartograme, stereograme.

Diagramele sînt reprezentările grafice care exprimă valori numerice cu ajutorul unor construcții geometrice. Valoarea parametrilor reprezentați poate fi exprimată prin raport de număr, lungime sau suprafață. Elementele utilizate pot fi punctele, liniile, sau figurile geometrice (poligoane, cercuri, semicercuri).

Diagramele construite din *puncte* sînt folosite exclusiv pentru reprezentarea unor serii statistice mici. Ele sînt contraindicate dacă numărul termenilor este mare. Practic, se prezintă sub forma „norului de puncte". Sînt tot mai mult înlocuite prin desene care redau principalele caracteristici statistice ale mulțimii studiate : media ± deviația standard. Pentru seriile restrînse este recomandabilă combinarea ambelor modalități (fig. 12).

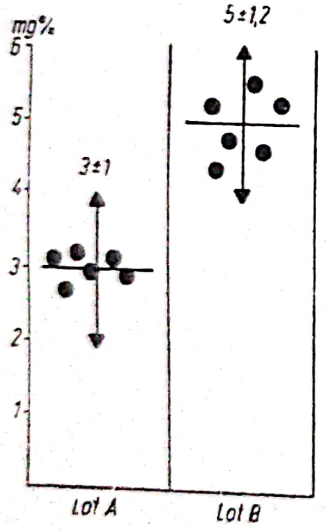


Fig. 12. Reprezentarea unei serii reduse numeric.

Pot servi atît pentru compararea mai multor serii de măsurători cît și pentru exprimarea dinamicii unui fenomen în momente diferite (de exemplu determinări făcute înainte și după intervenția unui anumit factor) (fig. 13).

Diagrama lineară constă din linii trasate la scară aritmetică sau logaritmică, cu orientare verticală sau orizontală. Permite compararea mai multor valori.

Scanned with OKEN Scanner

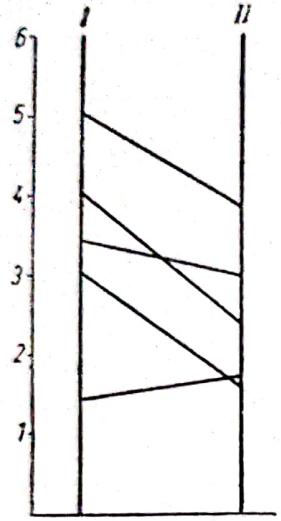


Fig. 13. Determinări comparative în două momente diferite, I şi II.

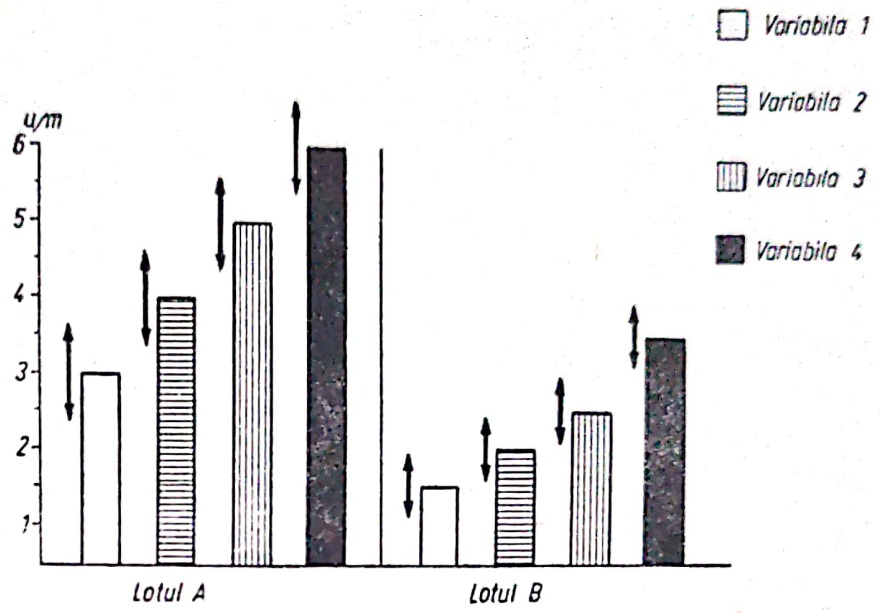


Fig. 14. Modelul obişnuit al unei diagrame comparative.

Diagrama alcătuită din *coloane* constă din suprafeţe dreptunghiulare, cu grosime uniformă, a căror lungime este proporţională cu valoarea exprimată. Acestea sînt dispuse pe verticală. După un principiu asemănător se construieşte diagrama cu benzi, în cazul căreia dreptunghiurile sînt orientate orizontal. Ambele tipuri sînt folosite cu deosebire pentru compararea unor serii statistice (fig. 14). Pot servi şi pentru studiul evoluţiei cronologice, dacă intervalele dintre măsurători sînt prea mari încît nu permit interpolarea grafică printr-o curbă continuă.

Scanned with OKEN Scanner

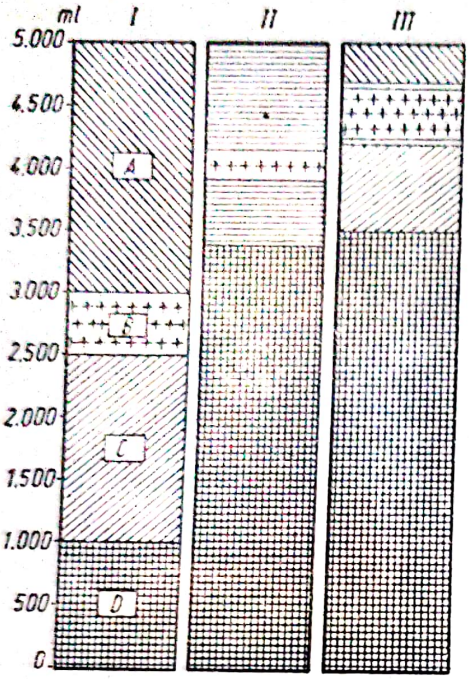


Fig. 15. Diagramă de structură cu coloane.

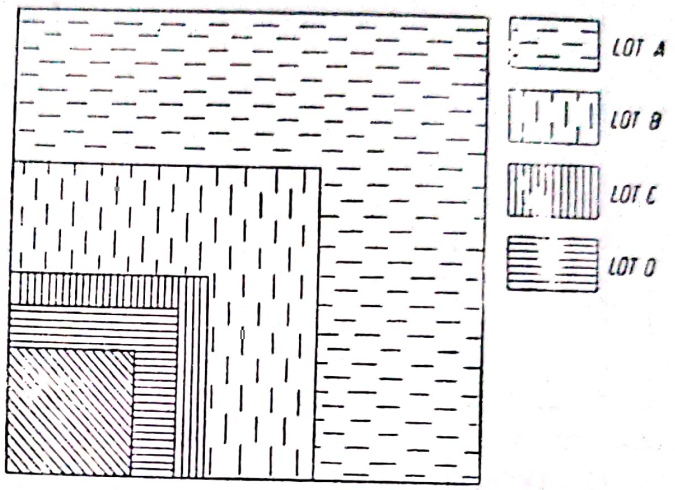


Fig. 16. Diagramă areală pătratică (după G. Ciucu şi V. Craiu, 29).

Prin haşurări diferenţiate, pot servi şi reprezentării grafice a structurii (fig. 15).

Diagrama areală exprimă valorile prin raporturi de suprafaţă. Se recurge în general la pătrate, care sînt mai uşor de construit şi de comparat. Mărimea laturii se calculează prin extragerea radicalului din valoarea care urmează a fi reprezentată. Rezultatul este adus la scara dorită cu ajutorul unui indice pe care îl stabilim empiric, în aşa fel să putem încadra în spaţiul disponibil toate valorile seriei (fig. 16). Atunci cînd se optează pentru figuri circulare, se calculează suprafaţa cercului

Scanned with OKEN Scanner

după formula cunoscută ($S = 3{,}14 \times R^2$). În prealabil se stabilește raza cercului împărțind valoarea ce va fi reprezentată prin 3,14 și extrăgînd din rezultat radicalul. Se face apoi corecția dimensională ca și la ariile pătrate, potrivit scării pe care o alegem.

Diferențierea coloanelor și a ariilor se face prin haşurări distincte și mai puțin prin mici figuri geometrice desenate în suprafețele respective. Albul și negrul se folosesc numai atunci cînd zona are întindere

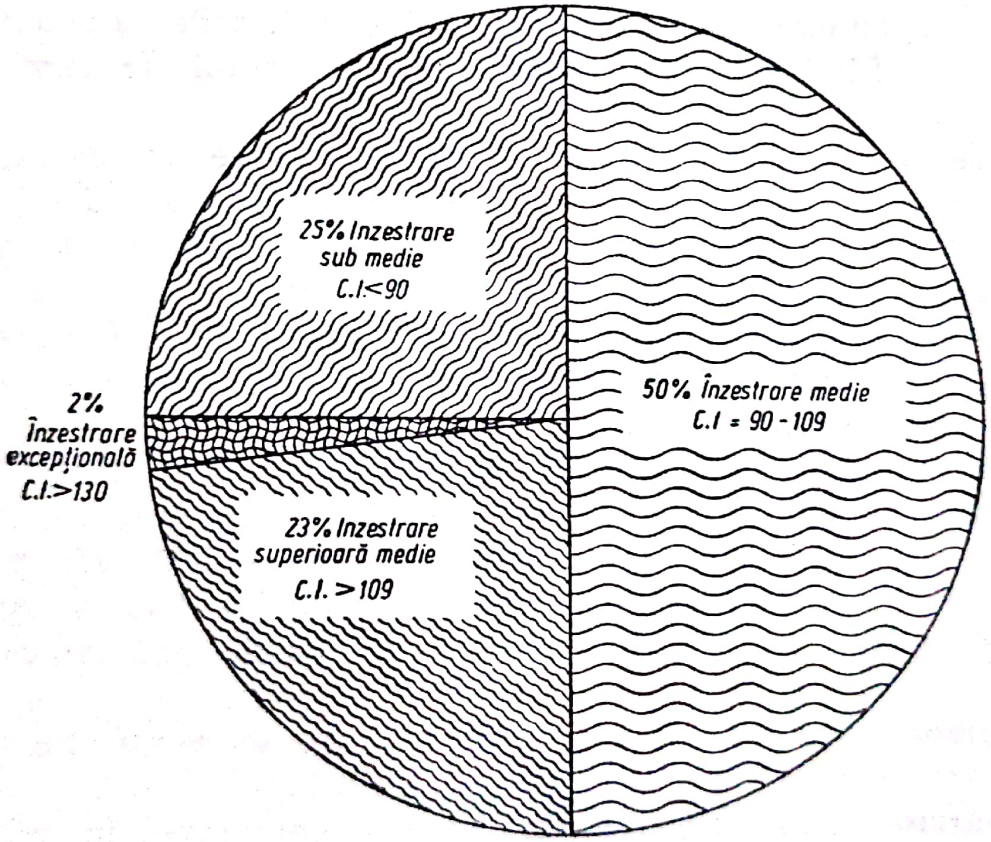


Fig. 17. **Diagramă areală circulară.**

Scanned with OKEN Scanner

redusă. Diagramele colorate se confecționează prin decupaje de hîrtie sau cu tușuri.

Diagrama circulară este folosită pentru a reprezenta frecvența sau structura. Se construiește prin divizarea ariei unui cerc în sectoare marcate diferențiat. Măsurarea se face în grade, pornind de la valorile absolute sau procentuale redate (fig. 17).

Diagrama polară este un tip particular al acesteia, care exprimă evoluția în timp a unui fenomen. Lungimea cercului este împărțită în sectoare egale, corespunzător ciclului studiat, mărimile caracteristice fiecărui interval fiind exprimate prin raza sectorului de cerc respectiv (fig. 18).

Curbele permit reprezentarea seriilor dinamice, cu evoluție determinată în timp. Continuitatea liniei se obține unind șirul de puncte care exprimă valorile din momentele succesive. Se recurge la o operație de interpolare: extinderea rezultatului obținut prin două măsurători, la intervalul care le separă. Punctul de înălțime maximă al curbei se numește „săgeata curbei". Pentru precizie, de-a lungul curbelor se înscriu totdeauna cifrele reprezentate.

Profilul grafic servește pentru caracterizarea unei singure entități cu determinante multiple sau pentru definirea unui grup de populație. Are forma unei linii frînte, ale cărei segmente indică prin poziția lor pe scară valoarea parametrilor reprezentați (fig. 2). Este susceptibil de diferențieri extrem de sensibile, prin forma particulară pe care o dobîndește.

Cartogramele sînt hărți geografice pe care se reprezintă repartiția teritorială (densitatea) unor variabile date (fig. 19).

Stereogramele sînt reprezentări grafice complexe, în relief. Respectă, ca toate celelalte, principiul execuției riguroase la scară. Sistemul

Scanned with OKEN Scanner

de referință este compus din trei axe: lungimea OX, lățimea OY, înălțimea OZ. Figurile realizate au de cele mai multe ori forma unor paralelipipede, dar se recurge și la alte corpuri geometrice (fig. 20). Stereogramele sînt foarte expresive și ușor de înțeles, solicită însă eforturi tehnice mari. Se apelează la ele cu deosebire în materialele de publicitate sau de popularizare, pentru a li se conferi un plus de atracție.

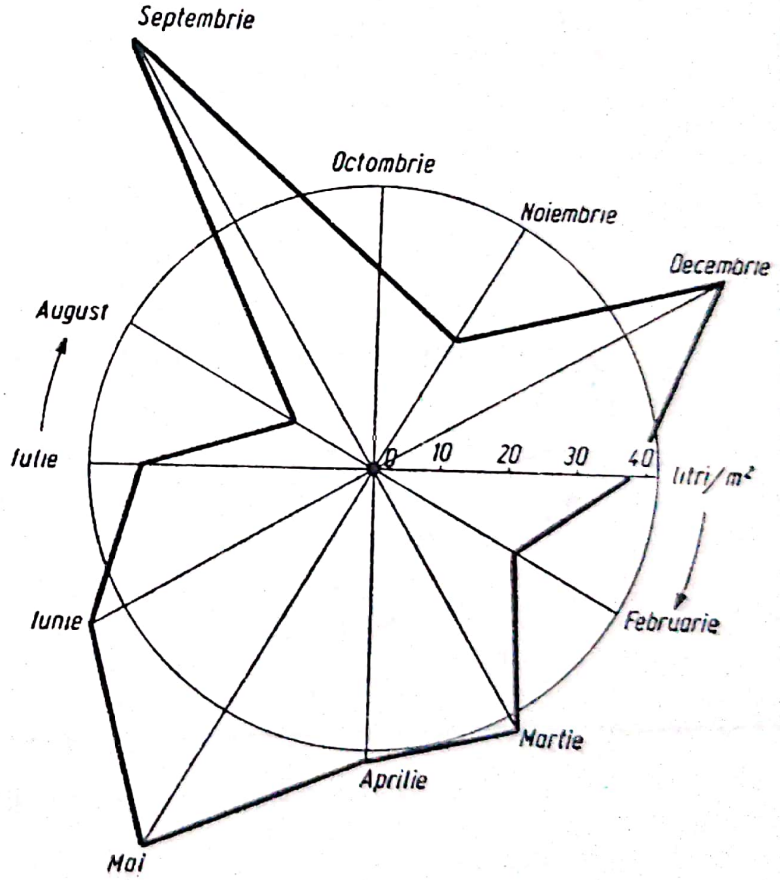


Fig. 18. Diagramă polară (după G. Ciucu și V. Craiu, 29).

Scanned with OKEN Scanner

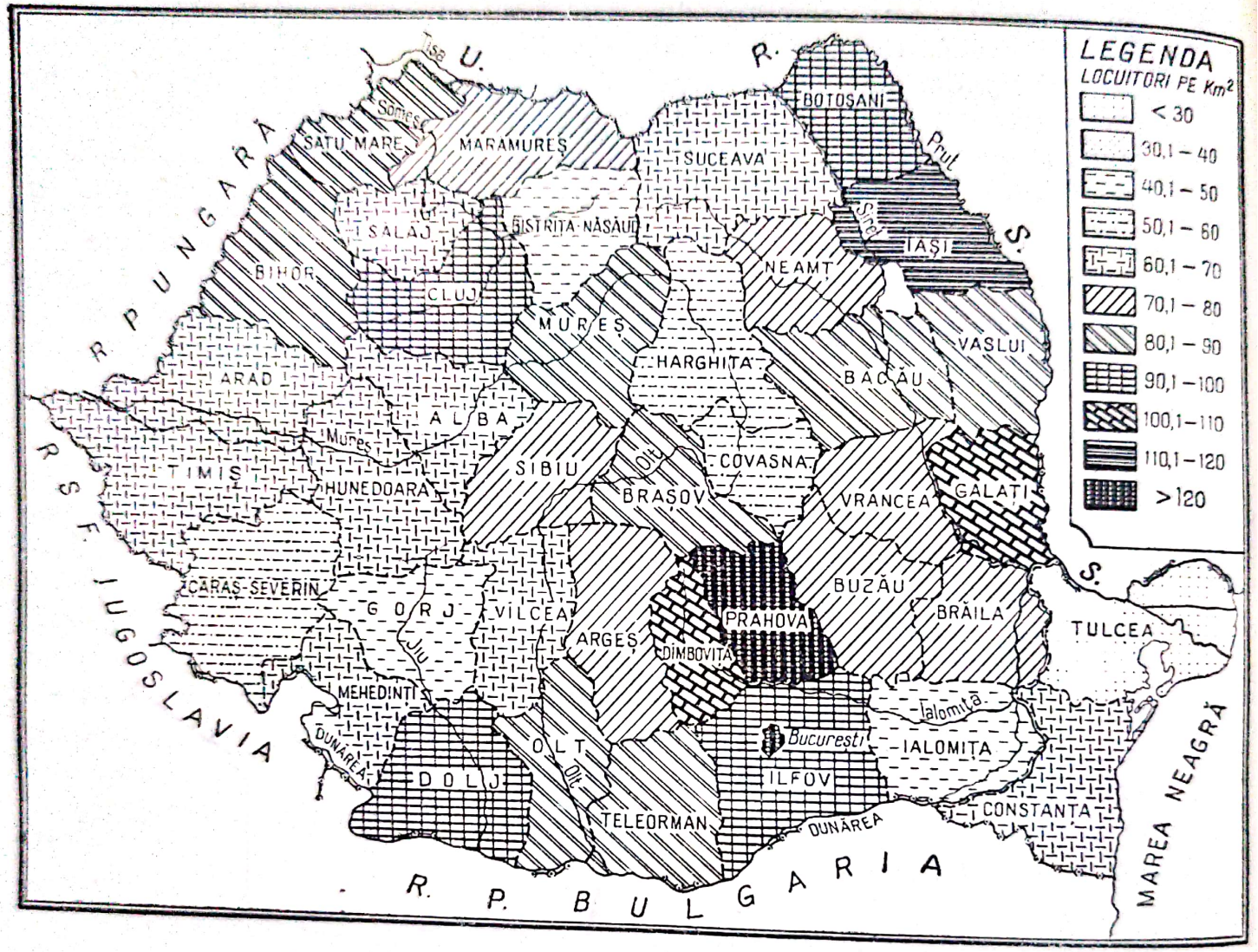


Fig. 19. Cartogramă (după P. Mureşan, 78, modificat)

Scanned with OKEN Scanner

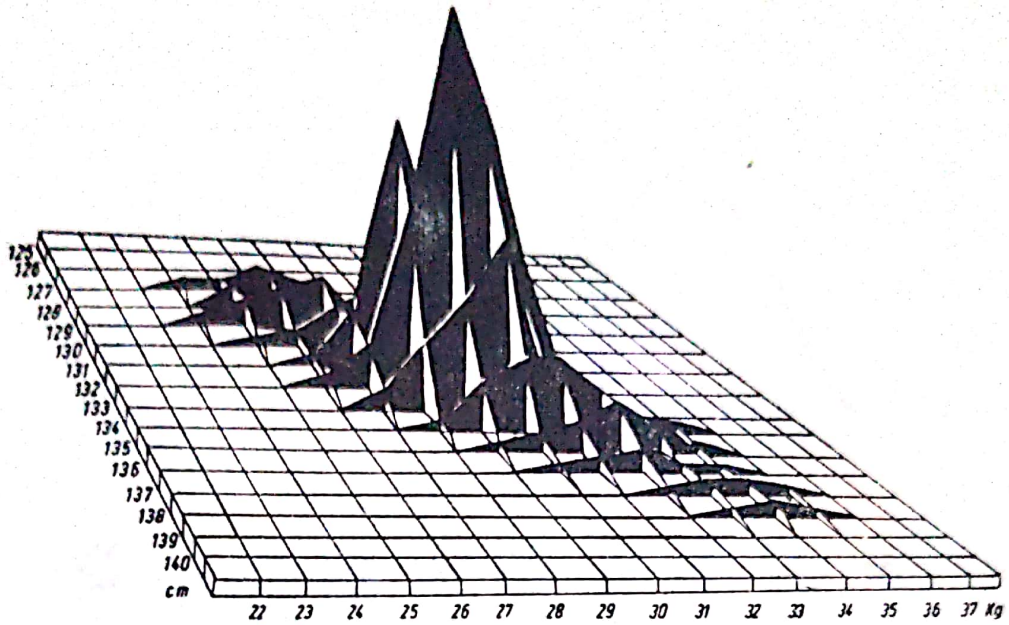


Fig. 20. Stereogramă (după P. Mureşan, 78).

Reprezentările grafice devin mai complexe atunci cînd asociază modalităţi diverse, ca de exemplu diagrama şi curba dinamică. Conţinutul informativ devine în acest fel mai bogat. Exagerările în această direcţie riscă însă îngreunarea descifrării graficelor.

Reprezentarea cu ajutorul figurilor naturale sau simbolice constă din desenarea imaginii obiectivului respectiv la dimensiuni proporţionale, după o scară stabilită. La acest mijloc se recurge curent în lucrările ştiinţifice de popularizare, dar folosit cu rigoare, poate fi binevenit şi în cadrul unor texte de specialitate. În a doua ipostază întîlnim şi combinarea unor figuri sugestive cu diagrama (fig. 21), conferind lucrării mai multă conciziune, întrucît asigură economia de text.

Scanned with OKEN Scanner

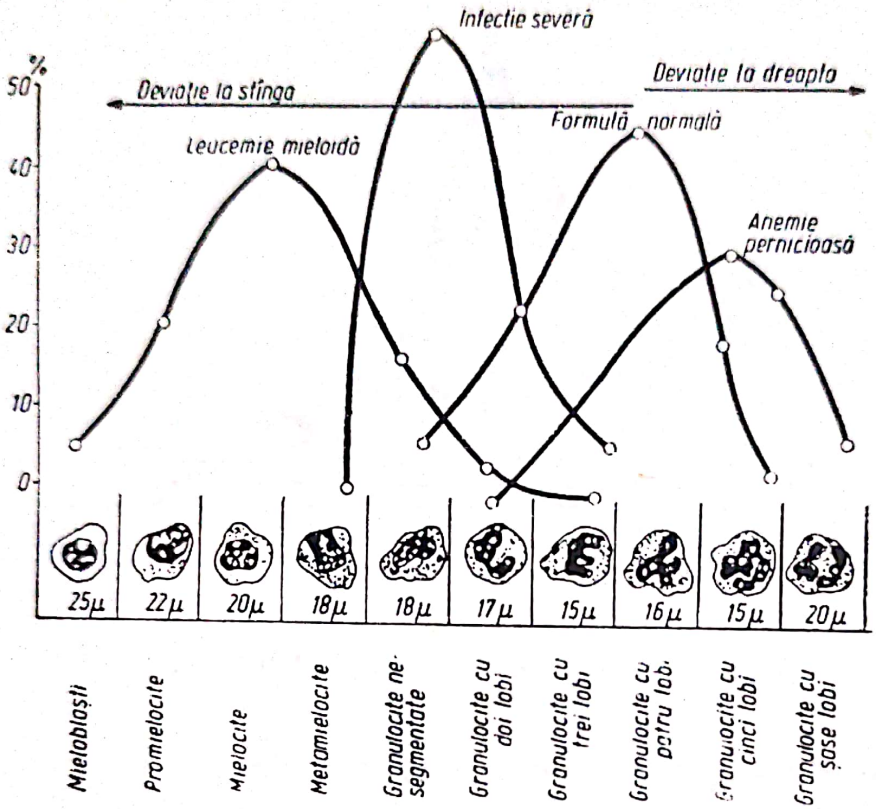


Fig. 21. **Curbă de frecvență cu figuri reprezentative: formula Arneth după Bessys.**

Modalități de reprezentare grafică

Graficul de distribuție exprimă frecvența diferitelor valori constatate prin măsurarea unei mulțimi. Se încadrează tipului de reprezentări a repartițiilor statistice cu o singură variabilă continuă, care, în acest caz este frecvența. Se realizează în multiple variante.

Scanned with OKEN Scanner

Histograma este forma cea mai frecvent utilizată (fig. 22). Se construieşte pe sistemul de axe rectangulare, notînd frecvenţa pe ordonată şi intervalele valorice pe abscisă. Are forma unei arii delimitată de o linie în trepte, verticalele fiind trasate prin limitele dintre intervale. Poate lua şi aspectul unei suite de coloane. Atunci cînd se reprezintă serii cu intervale inegale, frecvenţele trebuiesc transformate pentru a se acoperi un număr corespunzător de intervale cu lungime egală („frecvenţe reduse"). Cifra care indică frecvenţa va trebui rectificată în aşa fel încît suprafaţa dreptunghiului obţinut să fie proporţională cu mărimea pe care o reprezintă.

Poligonul frecvenţelor se efectuează pe acelaşi sistem de coordonate, ducînd verticale din mijlocul fiecărui interval. Înălţimea lor este proporţională cu frecvenţa valorii căreia îi corespund. Extremităţile su-

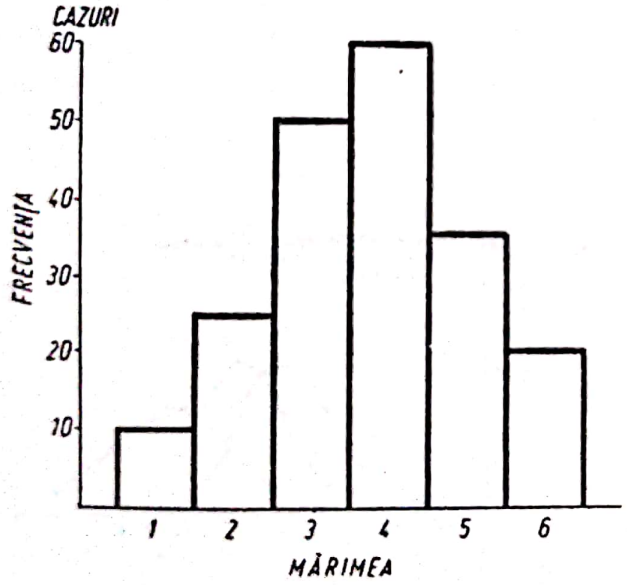


Fig. 22. Histogramă.

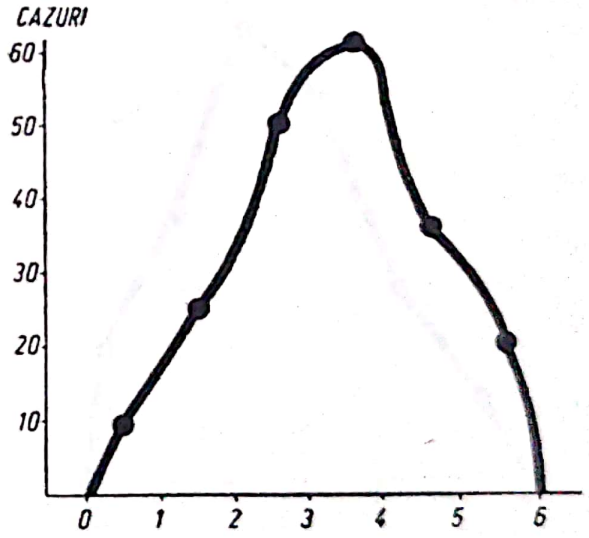


Fig. 23. Poligon de frecvenţă (aceeaşi serie statistică de la fig. 36).

Scanned with OKEN Scanner

perioare sînt unite printr-o linie continuă, frîntă. Această diagramă poate fi realizată și pornind de la histogramă, unind prin linii drepte mijlocul treptelor. Comparativ, aria delimitată este identică, întrucît zonele excluse ale histogramei sînt compensate prin cele cuprinse în plus în aria poligonului (fig. 23).

Curba frecvențelor se obține prin aproximarea formei poligonului cu ajutorul unei linii curbe. Suprafața obținută trebuie să fie egală (fig. 24). După tipul de distribuție statistică, această curbă poate fi simetrică, asimetrică, sau multifazică cu cel puțin două ascensiuni) (fig. 25).

Curba cumulativă a frecvențelor („ogiva lui Galton") se obține notînd pe ordonată cifrele cumulate care indică frecvența mărimilor de pe

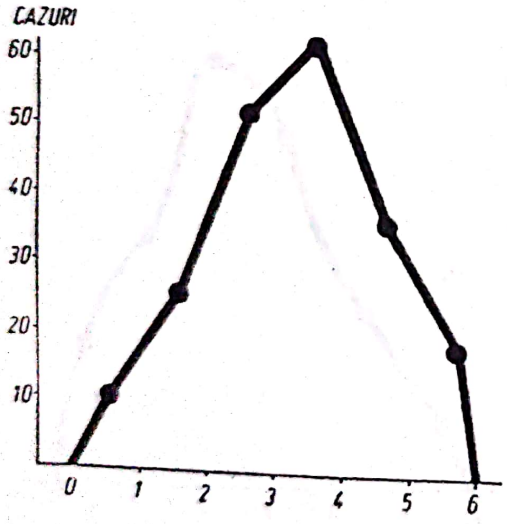


Fig. 24. Curbă de frecvență (aceeași serie de la fig. 22 și 23).

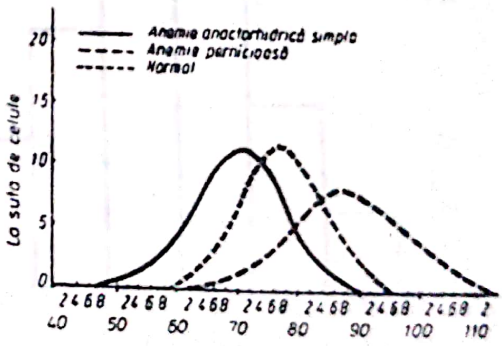


Fig. 25. Curbe de frecvență: curba Prince-Jones după Haden.

abscisă (fig. 26). Se realizează o curbă de forma unei ogive, atunci cînd distribuția reprezentată este normală. Aceasta se suprapune în prima jumătate cu curba de frecvență obișnuită, față de care prezintă avantajul de a permite comparații chiar atunci cînd intervalele și numărul grupelor sînt inegale. Ambele procedee pot fi folosite în mod conjugat pentru a caracteriza o anumită serie statistică.

Curba lui Lorenz reprezintă o formă specială de curbă a frecvențelor cumulate. Se numește și „curbă de concentrație" deoarece asigură

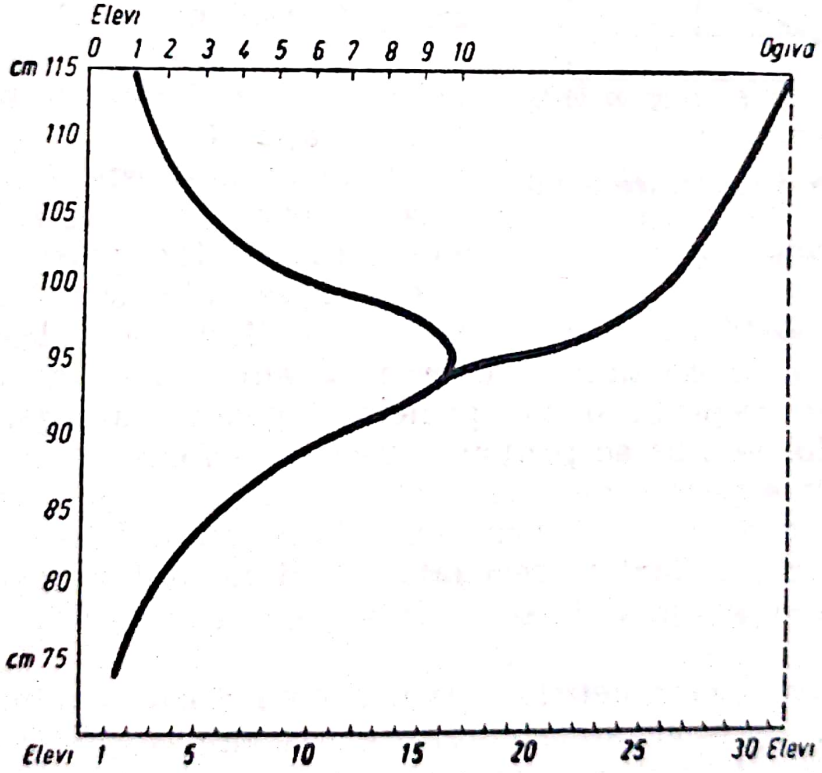


Fig. 26. Ogiva (după Gh. Dumitrescu, 42).

Scanned with OKEN Scanner

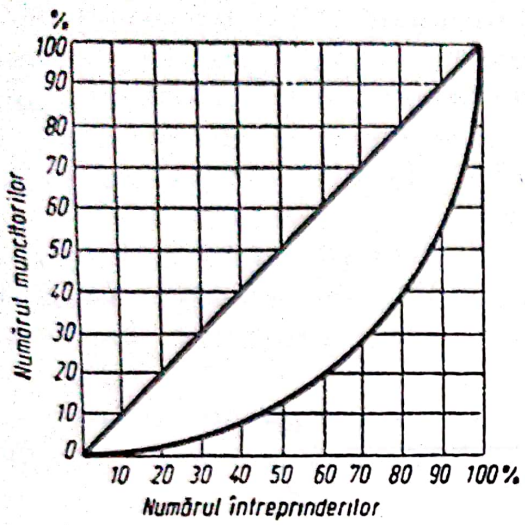


Fig. 27. Curba de concentrare a lui Lorenz (după Gh. Ciucu şi V. Craiu, 29).

evaluarea densităţii unui fenomen dat (fig. 27). Se utilizează valorile procentuale ale parametrilor. Serveşte pentru confruntarea a două serii care vor fi înscrise cumulativ pe cîte una din coordonate (în sistemul reţelei pătrate). Criteriul de apropiere îl constituie aria delimitată de curba obţinută şi diagonala ascendentă. Gradul de concentrare este cu atît mai însemnat cu cît această arie este mai mare. Dublul ariei (măsurarea fiind posibilă cu ajutorul hîrtiei milimetrice) reprezintă „indicele de concentraţie" **(i).**

Cronograma este o curbă care reprezintă evoluţia în timp a unor parametri, constituind graficul tipic al seriilor cu variaţie cronologică. Se construieşte pe coordonate rectangulare, notînd pe abscisă momentele sau intervalele de timp. Valoarea parametrului urmărit se înscrie pe ordonată. Se respectă şi aici principiul general al egalităţii intervalelor. Dacă valorile lipsesc pentru anumite perioade, lacunele trebuiesc evidenţiate prin separare de perioadele adiacente cu ajutorul unor bare, sau se asigură continuitatea prin linie întreruptă. Discontinuităţile pot fi marcate şi prin „canale", realizate cu linie dublă şerpuitoare, sau prin întreruperea suportului scării. Interpolarea nu este corectă în asemenea situaţii.

După numărul parametrilor, cronograma poate fi simplă sau complexă, ultima fiind realizată cu ajutorul scărilor conjugate. Atunci cînd intervalul dintre două curbe are semnificaţie deosebită, cum este cazul cu anumiţi indici, acesta se haşurează pentru a-i evidenţia mai

Scanned with OKEN Scanner

bine valoarea (exemplul sporului de populație, exprimat grafic prin diferența dintre mortalitate și natalitate).

Atunci cînd măsurătorile dinamice sînt intercalate prin mari distanțe de timp, se recurge și la coloane sau benzi. Combinarea cronogramei cu figuri naturale sau simbolice îi conferă un caracter ilustrativ.

Diagrama polară este o varietate de cronogramă care poate reda evoluția dinamică pe intervale lungi a unui fenomen cu ritm de desfășurare uniform. Presupune ca diferențele dintre momentele succesive să nu varieze prea mult, pentru a putea fi încadrate într-un cerc. Dacă fenomenul prezintă o progresiune sau regresiune sistematică, diagrama ia forma unei spirale. Sistemul de coordonate este cel polar. Dacă evoluția este neregulată, înscrierea nu poate depăși durata unui singur ciclu.

Reprezentarea structurii. Proporția cantitativă dintre elementele constitutive ale unui complex măsurabil, poate fi redată cu ajutorul mai multor figuri geometrice. *Coloanele de structură* sînt divizate în segmente proporționale cu valorile reprezentate, lungimea totală exprimînd întregul. Se pot folosi cifre absolute sau relative. Haşurarea distinctă permite diferențierea. *Patrulaterul de structură* exprimă mărimea elementelor structurale prin arii calculate după regulile reprezentării grafice areale. *Cercul de structură* redă dimensiunile în sectoare de cerc măsurate în grade. Calculul se face prin raportarea întregului la cele 360° ale lungimii cercului. *Semicercul de structură* este întocmit în mod asemănător, raportarea întregului făcîndu-se la 180°.

Pentru reprezentarea dinamică a structurii se construieşte pentru fiecare moment evolutiv o diagramă după normele generale. Graficul apare, în acest fel, ca o suită de diagrame de structură, care trebuie să fie de aceeași formă, pentru a asigura comparativitatea. Atunci cînd seriile sînt mari se recomandă coloanele. Cînd s-a optat pentru diagrama circulară, diferențele structurale apar mai evident dacă pentru

Scanned with OKEN Scanner

toate momentele se desenează cercuri egale. Atunci cînd se urmăreşte concomitent şi diferenţa dintre valorile absolute, aria cercurilor va fi proporţională cu valoarea globală din momentul respectiv.

Reprezentarea grafică a relaţiei dintre două variabile. Distribuţiile bivariate necesită reprezentări grafice care să evidenţieze relaţiile (unilaterale sau reciproce) care le leagă. Stabilind pe grafic coordonatele fiecăreia din valorile individuale, mulţimea cercetată apare sub forma norului de puncte, cu dispoziţie de forme diferite (fig. 28). *Distribuţie întîmplătoare:* punctele sînt dispersate pe întreaga arie. Lipseşte orice legătură funcţională între cei doi parametri studiaţi. *Distribuţie rectilinie:* punctele se dispun de-a lungul unei diagonale. Dacă linia este orientată în sus şi spre dreapta, reflectă o corelaţie pozitivă (directă). Dacă este orientată în jos şi spre dreapta, corelaţia este negativă (inversă). Corelaţia este cu atît mai strînsă cu cît punctele sînt mai concentrate de-a lungul diagonalei. Suprapunerea realizează corelaţia perfectă. Şi atunci cînd se obţine o suprafaţă eliptică cu axul mare oblic, corelaţia este semnificativă. *Distribuţia exponenţială şi parabolică* se întîlneşte în mult mai puţine situaţii.

Trasarea liniei de corelaţie se face în mod empiric, cu ajutorul unei rigle transparente, căutînd dreapta care trece printr-un număr cît

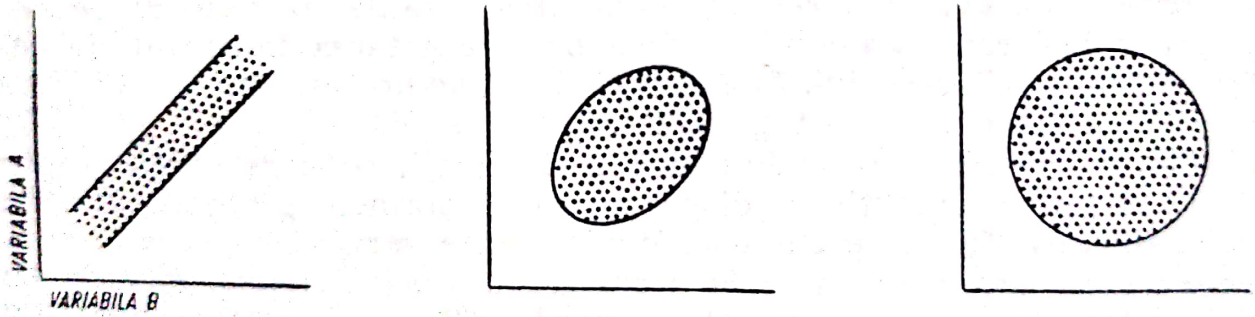


Fig. 28. Corelaţii: diferite tipuri de grupare a valorilor individuale.

Scanned with OKEN Scanner

mai mare de puncte. Urmărim ca distanța dintre aceasta și punctele interferate să fie cît mai mică. Tehnica dobîndește o precizie sporită dacă se recurge la procedeul punctelor medii: pentru fiecare interval de pe abscisă se ridică linii verticale, calculăm apoi media punctelor din fiecare dreptunghi și cu ajutorul acestora stabilim dreapta de corelație.

Metoda cea mai exactă, care întrunește semnificația unui calcul grafic, se bazează pe analiza unghiului dintre două drepte: una redă variația lui x față de y, a doua redă variația lui y față de x (fig. 29). În mod practic, folosim rețeaua aritmetică. Notăm în fiecare pătrat delimitat de linii duse prin diviziunile celor două scări, valoarea medie al lui x în raport cu y și a lui y în raport cu x (însemnarea se face în mod distinct). Pentru fiecare din aceste două categorii de puncte medii se trasează cîte o dreaptă. Suprapunerea lor exprimă corelația perfectă. Cu cît corelația este mai redusă, unghiul dintre aceste drepte crește, pentru a deveni de 90° atunci cînd corelația este nulă. Unghiurile obtuze traduc o corelație inversă, cu atît mai strînsă cu cît unghiul este mai mic.

Regresia poate fi reprezentată după același procedeu al norului de puncte, perfectibil prin notarea punctelor medii. Întrucît implică doar funcția uneia din variabile față de cealaltă, fără reciprocitate, regresia se reduce la trasarea unei linii unice: curba de regresie.

Confruntativ cu calculul matematic al coeficientului de corelație sau regresie, procedeul grafic permite recunoașterea legăturii doar atunci cînd $r > 0{,}50$. Pentru valori mai mici, evaluarea vizuală devine imposibilă. Atunci cînd $r < 0{,}30$ nici sensul pozitiv sau negativ al corelației nu poate fi sesizat.

Reprezentări grafice funcționale. Pentru studierea legăturii funcționale dintre două variabile sau chiar numai pentru analiza unor repartiții statistice, putem recurge la graficele cu rețea funcțională. Cele mai folosite sînt diagramele logaritmice și semilogaritmice.

Scanned with OKEN Scanner

Diagrama logaritmică permite evidenţierea unor fenomene studiate pe grupuri de mărimi mult diferite între ele. Are de aceea aplicaţie cu deosebire în compararea unor serii ai căror termeni nu pot fi cuprinşi într-o arie de tip aritmetic. Serveşte în egală măsură şi pentru cercetarea unor serii care aparţin la perioade cronologic mult îndepărtate.

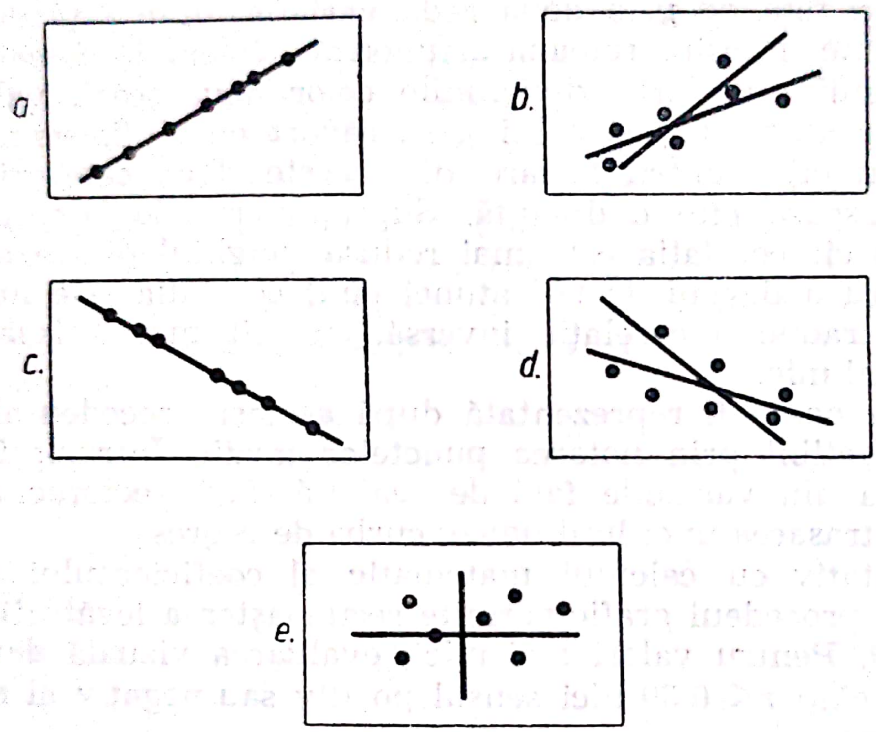


Fig. 29. **Linii de corelaţii: *a* = corelaţie pozitivă (concordanţă perfectă între cele două variabile), *b* = corelaţie pozitivă semnificativă, *c* = corelaţie negativă (invers proporţionalitate perfectă între variabile), *d* = corelaţie negativă semnificativă, *e* = corelaţie nulă.**

Scanned with OKEN Scanner

Diagrama semilogaritmică folosește reprezentarea logaritmică pe ordonată și reprezentarea aritmetică pe abscisă. Modulul scării logaritmice se repetă după întinderea intervalului de dispersie. Graficul semilogaritmic transformă în curbă linia dreaptă a progresiei aritmetice: serie ai cărei termeni suferă variații constante de proporție egală de la un interval la altul. Cînd valorile cresc succesiv, în rețeaua aritmetică se obține o dreaptă ascendentă iar în cea semilogaritmică o curbă convexă ascendentă. Pentru seriile descrescînde, se obține o dreaptă descendentă și respectiv o curbă convexă descendentă. Dimpotrivă, reprezentarea semilogaritmică reduce la o dreaptă curba exponențială a progresiei geometrice: termenii variază constant cu un anumit indice, de la un interval la altul. Dacă seria este progresivă, realizează o curbă concavă ascendentă în rețeaua aritmetică și o dreaptă ascendentă în cea semilogaritmică. Dacă este regresivă, curba este concavă descendentă iar dreapta descendentă (fig. 30).

Ultima însușire aduce reprezentării principalele utilizări deoarece prin simplificare, evidențiază mai net sensul variațiilor atunci cînd este vorba de serii mici de valori. Dreptele obținute sînt comparate sub raportul unghiului de înclinare, a cărui măsurare devine un criteriu precis de variație. Cînd cifrele se situează la nivele diferite pe scară, variațiile cronologice rezultă de la simpla inspecție, ceea ce înlesnește confruntările. Metoda este folosită și pentru reprezentarea variațiilor relative (procentuale), la care se recurge

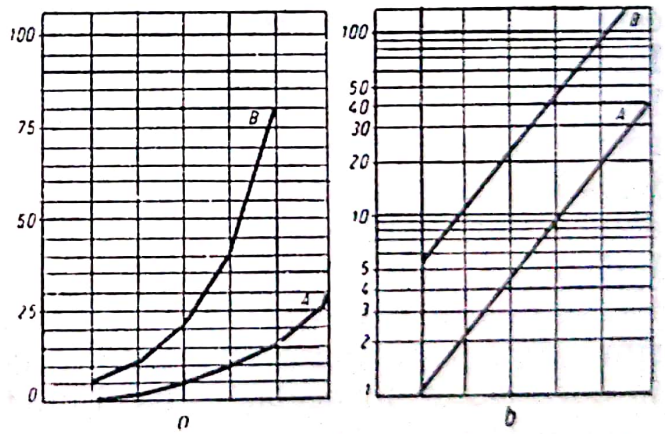


Fig. 30. Transformarea curbelor din reprezentarea aritmetică în cea semilogaritmică (după V. Săhleanu, 106).

Scanned with OKEN Scanner

frecvent în prelucrările statistice deoarece sînt mai expresive decît indicatorii absoluți.

Este utilizată, ca și precedenta, pentru compararea unor serii ai căror termeni prezintă mari diferențe valorice între ei.

Reprezentarea distribuției geografice este realizată cu ajutorul hărților, exprimînd variațiile cantitative prin haşurări distincte sau culori. În cazul haşurărilor, diferențele valorice sînt exprimate prin diferențe în luminozitatea cîmpului, obținute prin variații în densitatea și grosimea liniilor. Nu se folosesc mai mult de 8 tipuri de haşuri. Hărțile colorate se construiesc de preferință cu ajutorul nuanțelor unei aceleiași culori. Dacă se recurge la culori diferite este mai recomandabil spectrul: alb-galben deschis-galben închis-portocaliu-roz-brun deschis-brun închis-verde închis-roșu închis-negru.

Din combinarea cartogramei cu diagramele rezultă cartodiagrama. Aceasta apare ca o hartă în teritoriile căreia sînt desenate diagrame (sub formă de coloană, de cerc, sau pătrat).

Reprezentarea indicatorilor complecși. Sînt numeroase cercetări ale căror rezultate se exprimă în diverse formule sintetice, prin indici. Întrucît aceștia întrunesc mai multe elemente componente, reprezentarea lor grafică va urmări să evidențieze pe fiecare dintre acestea. Pentru reprezentarea indicatorilor care constituie produsul a două cifre se folosesc diagrame areale patrulatere: înălțimea și lățimea exprimă cele două valori care se înmulțesc, aria echivalează cu rezultatul operației. Indicatorii care întrunesc trei variabile sînt reprezentați prin diagrame triunghiulare (fig. 31). Pe fiecare din laturi se desenează scara de mărime corespunzătoare cîte unui singur parametru. Numerotarea se face în succesiune, în același sens. Punctul de intersecție al celor trei drepte duse perpendicular pe scara respectivă, în punctul măsurat, constituie indicele care se urmărește. Indicatorii care însumează patru variabile sînt reprezentați cu ajutorul paralelipipedului, executat la dimensiuni

Scanned with OKEN Scanner

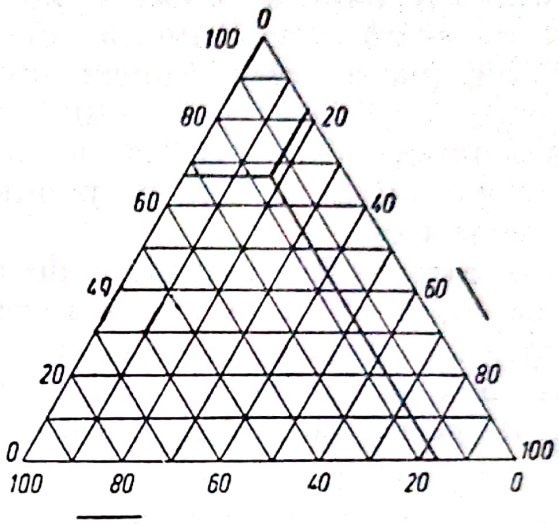


Fig. 31. Reprezentarea grafică a unui indice complex cu trei parametri.

proporționale. Figura obținută permite însă perceperea diferențelor reale doar cu aproximație, fapt care îi restrînge utilizarea.

Reprezentarea grafică prin figuri. Obiectele sau fenomenele pot fi reprezentate prin figuri naturale (care reproduc forma reală) sau simbolice. Dimensiunile sînt proporționale cu mărimea. Diferențele sînt sesizate cu dificultate, astfel încît totdeauna se înscrie alături de figură și cifra corespunzătoare.

Posibilități de calcul grafic. Graficele pot deveni baza efectuării unor calcule, evitînd operații aritmetice laborioase. Procedeul oferă un avantaj real prin simplitatea și rapiditatea sa, implicînd însă în același timp o aproximare anumită. Preciziunea calculului grafic poate fi satisfăcătoare dacă desenatorul respectă cu multă strictețe exactitatea cifrelor reprezentate.

Calculul medianei se bazează pe curba cumulativă a frecvențelor. Prin punctul de ordonată care corespunde jumătății numărului de observații (n/2) se duce o paralelă la abscisă. De la intersecția acesteia

Scanned with OKEN Scanner

cu curba desenată, se coboară pe abscisă o perpendiculară, aceasta indicînd pe scară cifra căutată. În mod asemănător se face şi calculul cvartilelor (valori care împart mulţimea studiată în sferturi). Liniile ajutătoare vor fi duse la nivelul cifrelor care indică 1/4, 2/4 şi 3/4 din numărul observaţiilor. De la punctele de intersecţie ale acestora cu curba cumulativă se duc perpendicularele care indică pe abscisă valorile respective.

Măsurarea ariei delimitate de o curbă poate oferi un indice cantitativ de mare utilitate. Se realizează practic prin divizarea spaţiului cuprins între curbă şi abscisă în dreptunghiuri astfel desenate încît calcularea ariei lor să fie uşor de realizat. Alt procedeu foloseşte diviziunile de pe hîrtia milimetrică pe care s-a trasat curba.

Scanned with OKEN Scanner

LOGICA — INSTRUMENT AL CUNOAȘTERII ȘTIINȚIFICE

Logica a fost statuată ca știință fundamentală a legilor gîndirii de Aristotel și întrucît are ca obiect exclusiv formele gîndirii, lăsînd conținutul de idei științelor particulare sau filozofiei, este cunoscută și sub denumirea de logică formală sau elementară. Atributul devine necesar pentru a marca diferența față de alte discipline, constituite mult mai tîrziu sau care străbat încă perioade de început: logica dialectică, logica științelor, logica simbolică, interferate toate, dar fiecare cu preocupări distincte.

Față de introducerea acestei logici aristotelice în știință s-au manifestat, în cursul timpului, două atitudini contradictorii. Filozofii au căutat în repetate rînduri să ofere științei o metodă bazată pe norme logice. De altă parte însă, mulți oameni de știință s-au dovedit foarte refractari la această tendință, invocînd faptul că marile descoperiri se datorează nu logicienilor, ci unor personalități înzestrate în mod natural cu anumite aptitudini creatoare. Se pierdea din vedere, pentru acele epoci mai îndepărtate de confruntări, că totuși lui Descartes, raționalist și deductivist prin excelență, i se datora, de exemplu, geometria analitică. Deruta își găsea sursă în intervenția reală în descoperire a unui moment nerațional, intuitiv. Asupra acestei aparente contradicții reflectează mai recent și L. de Broglie: „știința umană, esențialmente rațională ca principiu și ca metodă, își poate realiza cele mai remarcabile cuceriri numai pe calea salturilor periculoase și bruște

Scanned with OKEN Scanner

ale minţii, cînd apar facultăţi eliberate de grelele cătuşe ale raţionamentelor rigide, care se cheamă imaginaţie, intuiţie, subtilitate". Această faimă de frînă a gîndirii creatoare, care înconjurase logica, pornea din caracterul dogmatic pe care aceasta l-a dobîndit în evul mediu şi de care nu s-a desprins decît prin integrare în concepţia materialist dialectică. Ce nădejde îşi putea pune un cercetător în perfecţionarea gîndirii sale prin exerciţii de felul „toţi oamenii sînt muritori, Socrate este om, deci Socrate este muritor", chiar după ce propoziţiile actualizate primiseră ca subiect pe... ducele de Wellington. Logica a operat mult timp cu un material de cunoaştere simplu, lipsit de interes, echivalînd cu „o gimnastică (a intelectului) exercitată în spatele frontului". Influenţa sa asupra progresului cunoaşterii a fost doar întîmplătoare şi aproape totdeauna spontană, fără o conduită metodică. În acest fel, i s-a imputat în mod justificat logicii că serveşte mai cu seamă la explicarea lucrurilor cunoscute şi prea puţin la descoperirea lor.

Necesitatea perfecţionării gîndirii pentru omul de ştiinţă nu putea fi însă mereu contestată. Aplicarea sistematică a tuturor procedeelor care sporesc capacitatea noastră de cunoaştere depăşeşte în aport tot ceea ce realizăm prin logica spontană a bunului simţ. O gîndire conştientă de sine, de mijloacele ei, este incontestabil o gîndire superioară celei spontane (43). Despre acest bun simţ scria Engels că „oricît de respectabil ar fi el în cadrul vieţii de toate zilele, trece prin cele mai ciudate aventuri de îndată ce cutează să pornească în lumea vastă a cercetării". Faptul că oamenii pot să raţioneze corect fără să fi învăţat legile logicii nu demonstrează inutilitatea acesteia. Ceea ce nu implică introducerea artificială a unor forme greoaie atunci cînd soluţia se impune cu evidenţă. N-ar avea rost să se folosească în orice ocazie întregul aparat al silogisticii, cum remarcă Hegel, deşi formele silogismului intervin eficient în cunoaştere.

Scanned with OKEN Scanner

Între *logica elementară și știință* există relații foarte strînse. Prin caracterul său de știință normativă, logica fixează regulile gîndirii corecte și juste, „corecte *vi formae*, juste *vi materiae*" (57). Se ajunge astfel la acel ideal enunțat de Eschil: „cel mai mare dar al zeului este a nu gîndi greșit". Poți da o bună definiție doar cunoscîndu-i regulile, faci o clasificare corectă, conduci o demonstrație, doar știind cum să procedezi. Logica nu este un scop în sine, ci doar un instrument, un *organon* de care se folosește știința. Pentru că, așa cum enunța T. Maiorescu, „logica nu ne dă însăși știința derivată, ci ne dă numai reguli pentru a judeca această știință. Ea nu descoperă și nu experimentează, ci judecă și critică". Reluînd ideea, Athanase Joja precizează însă: „logica nu ne învață nimic concret, nu ne poate da nici o informație asupra lumii, dar fără logică nici o cunoaștere nu e imaginabilă". Prin funcția sa principală, așa cum a formulat-o Aristotel, logica este o știință a demonstrației. În același înțeles limitativ, s-a apreciat că știința este înaintevăzătoare, „Prometeu", pe cînd logica este postvăzătoare, „Epimeteu": prima prevede, a doua verifică, și în acest fel ambele se completează în actul descoperirii. În realitate, funcția logicii este mai amplă nu se restrînge numai la sistematizarea și logicizarea datelor pentru a le face inteligibile și convingătoare. Logica îndeplinește un rol activ în cunoaștere, asupra căruia a insistat Engels: „logica formală este înainte de toate o metodă pentru descoperirea unor rezultate noi, pentru trecerea de la cunoscut la necunoscut". Relația dintre știință și logică apare foarte concis redată de Lenin: „orice știință este logică aplicată". Modul de pătrundere al logicii în știință rezultă cu multă claritate și din silogismul: deoarece logica este o condiție indispensabilă a cunoașterii, urmează că logica este o condiție și instrument al științei, *modus sciendi*, precedînd pe *scire* și condiționîndu-l (57). Legătura trebuie privită în dublu sens: logica favorizează descoperirile și transmiterea lor, știința contribuie la dezvoltarea logicii. Ultimul aspect a de-

Scanned with OKEN Scanner

venit tot mai pregnant în ultima perioadă. Dubla relație se reflectă în logicizarea de astăzi a științei, ca și în scientizarea logicii.

Un pericol poate rezulta din dorința de conformare întocmai cu principiile logice, rigid, șablonic. Logica ar putea deveni aparent răspunzătoare de obstrucția ce se manifestă uneori față de noile adevăruri, de respingerea unor teze care, propuse la un moment dat, sînt etichetate ca ilogice. Se confundă însă prin această incriminare mecanismele gîndirii și conținutul ei. Ceea ce contrazice în realitate noua descoperire, nu este viciul raționamentului, ci limitarea cunoștințelor pe care el le utilizează. Intervine dialectica adevărului istoric, cu perfectibilitatea sa continuă. De subliniat că totuși, în fața unei evidențe faptice convingătoare, nu mulți ar fi oamenii de știință care să acorde mai mult credit teoriei, oricît de logice, dar ale cărei premise își pierd stabilitatea.

Prin rezultatele la care duce, activitatea de cercetare impune frecvent introducerea de noi **noțiuni și concepte.** Elaborarea acestora presupune interferarea mai multor procese mintale care urmăresc concomitent stabilirea conținutului specific și esențial, ca și delimitarea față de alte noțiuni și concepte preexistente. Elementele comune seriei de obiecte sau fenomene sînt concentrate prin comparație, izolarea laturilor esențiale rezultă dintr-o abstractizare, stabilirea ansamblului de însușiri ca nouă entitate este produsul sintezei. Gîndirea nu poate fi decît conceptuală. Propunînd noi concepte, omul de știință trebuie să selecteze, individualizînd concepte puternice, funcționale, instrumentale, care își justifică deci existența prin individualitate și utilitate. Caracteristicile de suprafață și aspectele pur descriptive nu justifică proliferarea artificială de entități. Cuvîntul ales pentru a le exprima se construiește de regulă etimologic. Destul de des însă, alcătuirea denumirilor este metaforică, prelungind o tendință generală, cunoscută din formarea istorică a vocabularului curent, care în mare parte corespunde unor metafore uzate. „Omul este animalul metaforizant", spusese

L. Blaga. Fiecare concept trebuie integrat ansamblului de cunoștințe, precizîndu-se gradul de ordonare cu altele (supra sau subordonare), eventuala interferență și dacă este cazul, starea de independență. Tot astfel, prin cercetare descoperim uneori identitatea reală dintre „entități" care păreau distincte, și transformăm astfel conceptele în sinonime.

Definiția este actul de identitate al oricărei cunoștințe pe care vrem s-o introducem în circuitul științei. În modul de a o aprecia reținem ca valabile recomandările date de Blaise Pascal: 1. A nu încerca să definim nimic din ceea ce este înțeles de la sine, sau față de care nu avem termeni mai clari spre a-l explica; 2. A nu folosi în definirea termenilor decît cuvinte perfect cunoscute sau explicate deja. Deci, definițiile trebuie justificate prin utilitatea lor reală, iar termenii folosiți presupun cunoașterea semnificației lor. Adagiul antic „să ne definim termenii înainte de a sta de vorbă", ca și observația exprimată de Voltaire, „dacă oamenii ar defini cuvintele de care se servesc, ar exista mai puține dispute", constituie, la rîndul lor, îndrumări de care tinerii cercetători, în formarea lor, țin seamă. Această condiționare se reflectă și în constituirea semanticii (gr. *semantikos* = semnificație, de la *sema* = semn) ca disciplină logică („semiotica", „teoria simbolurilor"), prin derivare de la aplicația sa lingvistică inițială de studiu al sensului cuvintelor. Accentuînd importanța definiției științifice, și a explicitării termenilor, nu vom devia însă într-un exces de definiționism, urmărind să explicăm toți termenii-cheie la care recurgem, ci vom distinge achizițiile verificate din stadiile anterioare ale științei, care pot fi acceptate ca și axiomele în matematică.

Două sînt elementele pe care trebuie să le cuprindem atunci cînd formulăm o definiție: genul proxim, adică noțiunea supraordonată (cuprinzătoare) și diferența specifică, adică însușirile care permit diferențierea față de alte noțiuni. Prin obiect, se impune ca definiția să fie adecvată elementului definit, dar numai lui: „*definitio conveniat omni*

Scanned with OKEN Scanner

et soli definito". Prin termenii conținuți, definiția să nu formeze cerc vicios (*„circulus in definiendo"*). Nerespectînd această regulă ajungem să definim o noțiune prin alta, care o conține de fapt, realizînd eroarea *„idem per idem"*. Condiția de a realiza prin definiție un progres în cunoaștere obligă la evitarea sinonimelor. Pentru a asigura un conținut informațional real, se cere ca definiția să nu constituie o negație. Ea arată ce este obiectul sau fenomenul respectiv, nu ceea ce nu este. Excepție fac doar noțiunile negative, a căror entitate constă tocmai în negarea unei însușiri date: „gazele inerte sînt gazele inactive din punct de vedere chimic". În sfîrșit, se cere ca definiția să fie clară, precisă și să nu cuprindă termeni echivoci sau expresii figurate. Se asigură în acest fel posibilitatea recunoașterii cu ușurință a obiectelor din sfera noțiunii respective. Înțelegem dar, inutilitatea definirii unei necunoscute prin altă necunoscută. Erori pot decurge și din folosirea unor termeni rău definiți, ei înșiși, sau a omonimelor.

Atunci cînd puterea noastră de înțelegere este încă scăzută pentru a cuprinde esența, identificăm noțiunile cu ajutorul unei descrieri. Operația constă dintr-o simplă expunere a însușirilor caracteristice. Trebuie să respecte însă condițiile descrierii științifice, să fie deci exactă și sistematică.

Un moment important în cunoașterea științifică este **comparația**, operație logică prin care stabilim asemănări și deosebiri între obiecte și fenomene. Spre deosebire de varianta spontană, comparația științifică trebuie să fie sistematică. Ea recurge la unul și același criteriu, pentru a se asigura astfel o bază comună tuturor elementelor comparate. Alegerea acestuia se face după semnificația majoră pe care o are. În raport cu numărul termenilor folosiți, se distinge comparația bivalentă și cea polivalentă. După modul cum este încadrată în expunere, comparația poate fi simultană (ambii termeni cuprinși în același raționament), succesivă (confruntare globală pe grupe mari de obiecte) sau

Scanned with OKEN Scanner

alternativă (confruntare individuală pentru fiecare caracter, posibilă în prezența unui material diversificat).

Comparația este de mare utilitate, fiind aplicată în planul senzorial ca și în cel rațional. Servește unui mare număr de acte raționale, de la simpla asemănare pînă la generalizarea complexă. În dinamica gîndirii, comparația se împletește cu analiza și sinteza, mai întîi fiind sesizată asemănarea, apoi extrăgîndu-se esențialul (comun sau diferențial). Constituie un moment principal în efectuarea clasificărilor. Aduce un însemnat aport științei; „pentru a înțelege mai bine o problemă, pentru a exprima mai bine o idee, cel mai bine este să recurgem la comparație", îi stabilea utilitatea Lenin.

O operație complexă de sistematizare la care recurg toate științele este **clasificarea**, prin care obiectele sînt împărțite în clase pe baza asemănării. Se folosește totdeauna un criteriu unic. Dacă aceasta reflectă o notă esențială a obiectelor, obținem clasificarea naturală, singura valoroasă pentru știință (exemplu: tabelul elementelor chimice, clasificarea zoologică etc.). Utilizarea unor criterii secundare duce la clasificările artificiale, care nu pot asigura identificarea obiectelor cuprinse. Criteriile de clasificare sînt particulare diferitelor discipline și studiul lor constituie o știință, taxonomia. În întocmirea clasificării se impune ca toate obiectele să fie clasificate (să nu rămînă rest), fiecare obiect să fie încadrat într-o singură clasă, asemănările utilizate pentru grupare să fie mai importante decît deosebirile dintre obiectele aceleiași clase.

Importanța clasificării pentru știință derivă din nevoia de sistematizare a materialului cules, reflectare a ordinei din realitate. Pentru un mare clinician ca Trousseau, „a clasifica înseamnă a înțelege". Sistemele de clasificare nu trebuie privite într-un sens absolut, avînd în vedere perfectibilitatea cunoștințelor. Separația poate deveni, printr-o nouă concepție, arbitrară. Știința conservă uneori clasificări mai vechi chiar atunci cînd definește din nou conținutul, așa cum se întîmplă cu

Scanned with OKEN Scanner

elementele chimice, a căror definiţie s-a modificat cu fiecare progres în structura lor fizică. În anumite stadii se recurge uneori forţat la clasificări provizorii bazate pe mai multe criterii, a căror funcţie rămîne însă exclusiv didactică.

Operaţia inversă clasificării este **diviziunea.** Aparţine stadiilor mai dezvoltate ale ştiinţei, atunci cînd există deja un anumit grad de generalitate a cunoştinţelor. În cercetare îşi are locul atunci cînd s-a atins o treaptă de oarecare sinteză.

Relaţiile dintre diferitele elemente introduse în activitatea raţională sînt exprimate prin **judecăţi şi raţionamente.** Judecata se prezintă sub forma unei propoziţii, raţionamentele alcătuiesc înlănţuiri de judecăţi. Ambele au utilizare în ştiinţă, dar cea mai însemnată valoare cognitivă revine raţionamentului, întrucît el asigură derivarea unor cunoştinţe noi din cele anterioare. După sensul de mişcare al gîndirii, se diferenţiază raţionamentul inductiv (de la particular la general) şi raţionamentul deductiv (de la general la mai puţin general). Termenii sînt criticaţi de unii logicieni care recunosc doar deducţiei calitatea de raţionament, considerînd astfel că expresia de „raţionament inductiv" este o contradicţie, cea de „raţionament deductiv", un pleonasm (133). O varietate de raţionament deductiv prin care derivăm dintr-o judecată generală o nouă judecată, particulară faţă de prima, prin intermediul unei a treia, este **silogismul.** Toate raţionamentele pornesc de la premise care reprezintă adevăruri nedemonstrate în acelaşi sistem logistic. Aceste adevăruri rezultă din experienţa anterioară şi sînt acceptate ca demonstrate. Scepticii cereau ca şi ele să fie fundate, ceea ce ar implica desfăşurarea de noi silogisme. Important este ca originea raţionamentelor — fie simple, fie organizate în lanţuri de polisilogisme — să fie stabilită la noţiuni de bază bine verificate. Numai astfel realizăm axiomatizarea ştiinţifică. În continuare, concluzia unui silogism devine premisă pentru cel următor.

Scanned with OKEN Scanner

Logica aristotelică a stabilit patru **legi fundamentale ale gîndirii** care trebuie respectate în toate operațiile raționale. 1. *Legea identității:* a păstra același conținut ideilor despre care gîndim („univocitatea ideii"). Datorită acesteia, orice judecată sau raționament este echivalent cu sine. Asigurînd gîndirii un obiect precis, aceasta cîștigă claritatea indispensabilă unei înțelegeri corecte. Evident că valabilitatea legii este condiționată de menținerea obiectului și a împrejurărilor în aceeași situație. Principiul identității nu poate fi înțeles în sensul pietrificării conținutului gîndirii, el lasă posibilitatea modificărilor aduse prin progresul cunoștințelor. 2. *Legea noncontradicției:* nu pot fi adevărate două judecăți contradictorii. În acest sens, o judecată este afirmativă sau negativă, adevărată sau neadevărată. Prin această lege se asigură consecvența gîndirii, calitate care reflectă imposibilitatea reală de a avea și a nu avea simultan același caracter. 3. *Legea terțiului exclus: „omni affirmatio aut negatio, vera aut falsa est. Tertium non datur".* Din două judecăți contradictorii doar una singură poate fi adevărată, a treia posibilitate nu există. Relația dintre ele este disjunctivă și se exprimă prin „sau-sau". Gîndirea consecventă nu poate exista în afara acestei legi. Trebuie însă subliniat că valabilitatea sa încetează dacă obiectele la care se referă propoziția se modifică. 4. *Legea rațiunii suficiente:* orice teză trebuie să aibă un temei și demonstrarea ei să fie suficientă. „Toate există pe o bază oarecare" se spunea despre nevoia de fundamentare logică în școala lui Leucip și Democrit. „Nici o afirmație nu poate fi justă fără o întemeiere suficientă", întărește și Leibniz. Iar întemeierea trebuie să fie pe deplin convingătoare.

Erorile generate de nerespectarea acestor principii elementare ale gîndirii poartă numele de paralogisme sau sofisme, după poziția etică a celui care le comite. Primele sînt involuntare, decurg din neatenție sau din ignorarea normelor logice. Sofismele sînt, dimpotrivă, intenționate, și scopul lor nu este adevărul ci inducerea în eroare a celorlalți și eventual, un succes de moment. Trebuie diferențiate de acestea

Scanned with OKEN Scanner

paradoxurile (gr. *para* = alături, *doxa* = părere) care exprimă opinii contradictorii față de cele curente. Pot rezulta din erori de informație sau de interpretare, dar pot exprima și o reală originalitate. În dezvoltarea științelor este posibil ca noile adevăruri să pară pentru o perioadă devieri ale raționamentului, uneori se duc chiar lupte împotriva lor, de pe pozițiile logice ale științei de pînă aci. Tezele vor fi acceptate însă după ce argumentația devine convingătoare pentru toți.

Nu numai încălcarea regulilor formale ci și inexactitatea conținutului vehiculat generează erorile silogismelor. Premisele trebuie să fie adevărate. Regula este valabilă și atunci cînd una din premise nu este exprimată, așa cum este cazul în entimemă, formă silogistică prescurtată foarte frecventă în lucrările științifice. Deși doar subînțeleasă, premisa își conservă valoarea în raționamentul de acest tip.

O problemă de importanță majoră în efectuarea unei cercetări, atît în perioada stabilirii metodei optimale pentru obținerea argumentației, cît și în cursul pregătirii pentru redactare, este **demonstrația.** Aceasta privește aspectul rațional și însoțește documentația faptică în susținerea concluziilor originale. Demonstrația este necesară atunci cînd adevărurile care urmează să fie dezvăluite nu sînt evidente prin ele însele. Ea se efectuează prin intermediul mai multor raționamente corelate și conține trei elemente principale în structura sa: obiectul sau teza de demonstrat, argumentul sau teza pe care se bazează și procedeul („*modus probandi*"). Argumentele sînt de natură foarte variată, ele putînd reprezenta axiome și postulate, definiții, teoreme, judecăți (sprijinite pe fapte sau documente verificate). Demonstrația poate fi făcută pe cale directă, păstrîndu-se legătura directă între teză și argument. În majoritatea cazurilor recurgem însă la demonstrații indirecte, care implică termeni interpuși. În general, orice demonstrație poate fi făcută pe căi diferite și de lungime variabilă, riscul de eroare fiind cu atît mai mare cu cît lanțul demonstrativ se lungește.

Pentru ca demonstrația să susțină cu adevărat teza, trebuie res-

Scanned with OKEN Scanner

pectate o serie de reguli absolut necesare. Astfel, în legătură cu teza se impune ca formularea să fie clară și precisă și să i se păstreze identitatea în tot cursul demonstrației. Abaterea de la această regulă constituie eroarea „*ignoratio elenchi*“ (ignorarea tezei de demonstrat). Substituirea tezei poate fi involuntară sau voluntară, pentru a abate atenția și a dirija spre concluziile dorite.

Argumentul impune la rîndul său respectarea a patru reguli. 1) Prin conținut, el trebuie să fie adevărat. Încălcarea acestei norme realizează „*error fundamentalis*“ și se observă adesea, realizată prin utilizarea de temeiuri insuficient verificate. 2) Din același principiu enunțat decurge și cel de-al doilea: selectarea unor argumente demonstrate. Valoarea probatorie a acestora trebuie să fie verificată sau adevărul lor să fie evident. Nerespectarea regulii creează „eroarea bazei nedemonstrate“ sau determină „anticiparea principiului“ (*petitio principii*). 3) Argumentul trebuie să fie independent de teză. Adică, argumentarea să nu se facă prin însăși teza ce urmează să fie demonstrată. Naște altfel un cerc vicios, „*circulus in demonstrando*“. 4) Termenul mediu trebuie folosit în același sens, așa cum impune nevoia de consecvență a gîndirii. Din abaterea de la această normă rezultă eroarea numită „*fallacia falsi medii*“.

În legătură cu procedeul logic prin care facem demonstrația, se impune ca regulă generală existența unei adecvări între argument și teză. Și de aici pot rezulta diverse erori. Cînd argumentul nu este suficient, teza nu poate fi susținută: „cine demonstrează prea puțin, nu demonstrează nimic“. Este eroarea „*non sequitur*“ (nu decurge). Cînd argumentul cuprinde prea mult, din argumentarea făcută vor rezulta și alte teze. Demonstrația este deci prea largă și devine prin aceasta nespecifică: „cine demonstrează prea mult, nu demonstrează nimic“ (*cui nimium probat, nihil probat*). Atunci cînd continuitatea logică este întreruptă prin omiterea judecății intermediare, concluzia nu este valabilă: eroarea se numește „*saltus in concludendo*“. Dacă într-o premisă se prezintă un amănunt care lipsește din cealaltă, rezultă „sofismul accidentului“. De-

Scanned with OKEN Scanner

monstrația nu se poate baza pe ipoteze, ceea ce ar duce la „eroarea falsei consecințe". Este de asemenea greșit să se stabilească o relație cauzală pe baza unei succesiuni întîmplătoare de evenimente. Aceasta ar constitui o generalizare superficială. Se observă totuși frecvent și realizează eroarea *„post hoc, ergo propter hoc"* (după aceasta, deci prin aceasta).

Demonstrația negativă poartă numele de infirmare sau combatere. Se efectuează după aceleași norme, recurgîndu-se la calea directă sau indirectă. În forma directă, se demonstrează falsitatea tezei din falsitatea consecinței care a derivat din ea. În forma indirectă, falsitatea tezei rezultă din confirmarea tezei contradictorii sau din falsitatea argumentelor pe care este bazată.

Vero scire per causa scire. Acest dicton baconian care precizează că a ști cu adevărat înseamnă a ști cu ajutorul cauzelor, relevă importanța deosebită a problemei cauzalității pentru știință. Numai atunci dobîndește omul puterea științei, cînd stăpînește înlănțuirile condiționale din realitate, pentru a putea acționa asupra lor, transformînd în interesul său succesiunea evenimentelor. Numai astfel atinge știința capacitatea de a prevedea desfășurarea viitoare a fenomenelor. În conceptul actual de cauzalitate nu intră, din clasificarea lui Aristotel, decît *„causa efficiens"*, factorul care a produs fenomenul sau obiectul. Au fost excluse celelalte trei aspecte: *causa materialis,* reprezentînd materialul din care este alcătuit un corp, *causa formalis,* reprezentînd forma acestuia, și *causa finalis,* corespunzătoare scopului căruia îi servește obiectul respectiv. Interdependența dialectică universală din realitate se reflectă în înlănțuiri cauzale extrem de complexe. Prin cercetare noi recurgem în mod inevitabil la o schematizare a acestora. Urmărirea unui lanț cauzal comportă o selectare dintr-o rețea bogată de interconexiuni (fig. 32). Chiar efectuînd această izolare și aproximare, cauzalitatea ne apare în știință sub mai multe forme. Vorbim de conexiune cauzală simplă atunci cînd legătura comportă o singură cauză și un singur efect. Conexiunea este multiplă atunci cînd ne apare o pluralitate de cauze sau

Scanned with OKEN Scanner

o pluralitate de efecte. Prin cercetări succesive putem ajunge să evidenţiem un „labirint cauzal" în continuitatea căruia fiecare efect constituie totodată cauză pentru efectul următor. Din punct de vedere al legăturii cauză-efect, diferenţiem: cauze suficiente (determină anumit efect care poate însă rezulta şi din acţiunea altei cauze), cauze necesare şi suficiente (produc efecte specifice, determinate exclusiv de aceste cauze).

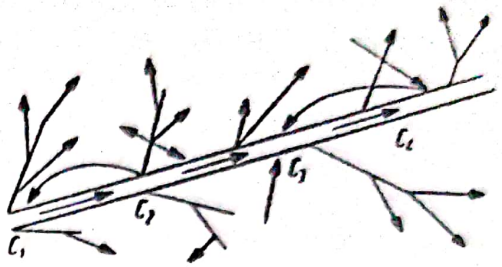


Fig. 32. Studierea lanţului cauzal comportă o selectare a variabilelor dintr-o reţea bogată de interconexiuni (după M. Bunge, 24).

Înţelegem dificultăţile întîmpinate în cercetare atunci cînd se urmăreşte *cunoaşterea legăturii cauzale* dintre fenomene. Metodele raţionale de evidenţiere a acestei legături au fost sistematizate de John Stuart Mill şi se păstrează pînă astăzi în aceeaşi formă, cu unele critici rezultate din confruntările cu ştiinţa.

a. *Metoda concordanţei: „adveniente causa advenit effectus"*, în prezenţa cauzei, totdeauna se produce efectul. Metoda este larg folosită în cercetare şi serveşte mai mult observaţia decît experimentul. Are valoare certă doar atunci cînd există o singură cauză pentru efectul studiat sau cînd toate celelalte condiţii, în afara cauzei cercetate, se păstrează nemodificate. În celelalte împrejurări concluzia este doar probabilă. Atunci cînd este concordantă nu numai prezenţa, ci şi absenţa fenomenelor care ipotetic, sînt legate cauzal, se satisface criteriul dublei concordanţe.

b. *Metoda diferenţei: „sublata causa tollitur effectus"*, cu dispariţia cauzei încetează efectul. Prin faptul că această metodă presupune intervenţie activă asupra condiţiilor de desfăşurare a fenomenului, este asociată aproape totdeauna cu experimentul. Ocazional, poate fi totuşi folosită şi în observaţia spontană, atunci cînd dintr-un complex de fac-

Scanned with OKEN Scanner

tori, dispare unul singur. Aplicabilitatea acestui principiu se restrînge la domeniile unde am formulat deja o ipoteză asupra cauzei. În plus, nu ne precizează — dealtfel, ca și primul principiu — sensul legăturii cauzale: care anume este cauza și care efectul. Aplicarea presupune alegerea condițiilor pentru a diferenția factorii și pentru cunoașterea factorului care diferă.

c. *Metoda combinată* se bazează pe stabilirea relației dintre prezența sau absența fenomenului studiat și cea a unui factor cauzal anumit. Poate fi folosită atunci cînd nu putem recurge la experiment; necesită probă și contraprobă.

d. *Metoda variațiilor concomitente: „variante causa variante effectus"*, cînd cauza variază, variază și efectul. Relația cauzală este evidențiată prin variații cantitative concordante. Dacă variația merge treptat pînă la dispariția cauzei, se ajunge la metoda diferenței. Îi este superioară acesteia prin faptul că precizează nu numai existența unei relații cauzale, ci și modul de acțiune: variația de sens x a cauzei produce variația de sens y a efectului. Aplicarea impune păstrarea celorlalte circumstanțe, egalitatea lor.

e. *Metoda rămășițelor:* dacă un anumit fenomen este consecința unui grup determinat de condiții, restul fenomenelor din același complex constituie efectul celorlalte condiții. Deci, dacă îndepărtăm efectele unei anumite cauze din ansamblul de efecte ale unui grup de cauze, reziduul reprezintă efectul cauzelor rămase. Metoda nu ține seamă de influența reciprocă a factorilor și nici de posibilitatea sumării unor efecte într-un rezultat final comun. Este utilizată pentru studiul relațiilor complexe, atît în observație, cît și în experiment. Are neajunsul de a fi aplicabilă doar atunci cînd există unele informații anterioare, pe baza cărora s-a putut formula o ipoteză.

Fiecare din aceste metode poate fi ilustrată prin multe din marile descoperiri din istoria științei. Metoda concordanței a constituit, astfel, fundamentarea logică prin care Galvani a descoperit electricitatea ani-

Scanned with OKEN Scanner

mală: ori de cîte ori piciorul de broască realiza contactul dintre o sîrmă de fier și alta de cupru, musculatura se contracta. Metoda diferenței a permis medicului olandez Eijkman să descrie în Java carența de vitamină B: plecînd de la similitudinea manifestărilor clinice pe care le prezentau pacienții din închisoarea al cărei medic era și păsările hrănite cu orez decorticat, ca și ei, a demonstrat că boala este produsă prin alimentarea unilaterală cu acest tip de orez, și că orezul integral o previne. Metoda combinată a concordanței și a diferenței se desfășoară de cele mai multe ori continuativ: concordanța în observație, urmată de experimente bazate pe diferență. Metoda variațiilor concomitente a condus pe Pascal în studiile sale asupra presiunii atmosferice: coloana de mercur dintr-un tub de sticlă deschis cufundat într-un vas cu mercur coboară cu altitudinea. Ajutat de metoda rămășițelor, Le Verrier a presupus, observînd perturbații în deplasarea pe orbită a planetei Uranus, influența unei alte planete necunoscute, a cărei poziție a calculat-o. Pe baza indicațiilor sale a fost descoperită planeta Neptun. Secvențial, din perturbațiile în mersul acesteia, s-a ajuns la concluzia existenței unei alte planete, Pluton.

Logica a căpătat noi dimensiuni datorită concepției materialist dialectice. A devenit mult mai cuprinzătoare și deci mai folositoare pentru activitatea de cercetare. Astfel îmbogățită, este cunoscută sub denumirea de *logică dialectică,* și prin funcția sa, devine acum *„novum organum dialecticum“*. Datorită acestuia putem înțelege intercondiționarea universală și continua transformare a realității. Întreg acest dinamism al realității nu poate fi cuprins în legile logicii elementare, dacă acestea ar fi absolutizate. Integrarea gîndirii raționale în dialectica naturii a devenit posibilă prin formularea unor noi legi fundamentale. Legile specifice ale logicii dialectice au fost astfel formulate de Athanase Joja, prin simetrie cu legile elementare ale gîndirii corecte:

1. *Legea identității concrete,* care reflectă pe plan logic legea obiectivă a unității contradictorii. Prin aceasta înțelegem că orice concept este

Scanned with OKEN Scanner

o dedublare și totodată o unitate a identicului și a diferitului, a particularului și a generalului. Explică dezvoltarea conceptelor, trecerea lor în judecăți și apoi, transformarea în premisele unor silogisme.

2. *Legea predicației complexe contradictorii:* asigură înlăturarea pericolului la care expune absolutizarea legii noncontradicției. Engels a arătat că adevărul și eroarea, și toate celelalte categorii logice care se mișcă în antagonisme polare, au valabilitate absolută numai pentru un domeniu foarte limitat. Conținutul lor se modifică cu circumstanțele.

3. *Legea terțiului supravenient:* permite înțelegerea caracterului contradictoriu al realității. Dialectica nu cunoaște acel „sau—sau" absolut, cu valabilitate generală, ci admite și pe „atît una cît și cealaltă", în acest fel mijlocindu-se contrariile.

În același cadru al logicii dialectice intră și metoda ridicării de la abstract la concret, elaborată de Karl Marx. În mersul său gîndirea pornește de la concretul senzorial și realizează pe baza acestuia abstracțiile simple. La rîndul lor, ele servesc pentru elaborarea, într-o a doua etapă, a abstracțiilor concrete, care conțin concretul în toată complexitatea și diversitatea sa. Operația se realizează prin numeroase cicluri în repetiție, „concret—abstract—concret". Are o deosebită valoare atît pentru cercetarea științifică propriu-zisă cît și pentru expunerea rezultatelor obținute.

Logica științei (sau a cercetării științifice) reprezintă analiza structurii logice a teoriilor deja constituite și intervenția procedeelor logice în procesul dobîndirii cunoștințelor noi (44). Această disciplină a luat naștere prin adecvarea logicii — logica unică, întrunind logica elementară și pe cea dialectică — la specificul diferitelor științe. Conținutul său este foarte complex, corespunzător dinamicii procesului de cunoaștere. Urmărește scopul raționalizării procesului de cunoaștere științifică, pentru a-i mări eficiența și productivitatea. Domeniul său interferează dar nu se suprapune cu cel al euristicii, al metodologiei științei și al analizei logice. Primește individualitate doar prin modul concret de

Scanned with OKEN Scanner

aplicare a principiilor logice generale, logica științei find de fapt logica utilizată în investigația științifică (în elaborarea teoriei, în formularea și verificarea ipotezelor), ca dealtfel, în transmiterea noilor cunoștințe.

Ca urmare a formalizării matematice a logicii clasice și a transformării ei într-un calcul algebric (Boole), a luat naștere **logica simbolică.** Prin substituirea formulărilor gramaticale, propoziții și silogisme, care alcătuiesc „limbajul noțional" propriu logicii tradiționale, cu semne convenționale și litere simbolice, care realizează „limbajul simbolic", s-a obținut, într-o primă etapă, simplificarea procedeelor logice existente. Diferențele nu constau însă numai în limbajul folosit. Noua logică a dobîndit un obiect specific și o metodă proprie, autonomizîndu-se astfel, ca **logică matematică** (Witehead și Russel). Ea operează cu elementele care pot fi exprimate matematic și dă posibilitatea efectuării calculului logic. În acest fel, s-a dovedit că poate realiza mult mai mult decît ca simplu ajutor al logicii noționale, în aria de acțiune a căreia este dealtfel inutilă. Cu ajutorul logicii matematice se rezolvă astăzi probleme de mare dificultate, imposibile pentru procedeele silogistice tradiționale. Reprezintă o treaptă analoagă cu cea pe care se situează algebra în raport cu aritmetica și geometria euclidiană. Numeroase ramificații care s-au produs atestă posibilitățile deosebit de largi pe care le cuprinde: logica polivalentă, modală, normativă, deontica, metalogica etc.

Atît logica clasică, discursivă, cît și cea modernă, matematică, sînt instrumente indispensabile pentru știință. Aplicabilitatea lor este însă distinctă: prima se adresează aspectelor traduse numai în limbaj noțional (și în primul rînd științelor umanistice), a doua privește aspectele traduse în limbaj matematic (cu precădere științelor exacte și în primul rînd matematicilor). Ele se întîlnesc, constituind o unitate la nivelul logicii dialectice și completîndu-se una pe alta.

Scanned with OKEN Scanner

TEORIA ȘTIINȚIFICĂ

Cunoașterea științifică este un proces de ridicare de la empiricul senzorial la generalul logic, de la concret la teorie. Materialul obținut prin diverse metode de investigație este „distilat" prin intervenția gîndirii logice și transformat din date nesemnificative de inventar în teze (și ipoteze) cu valoare de generalitate. Trecerea de la factologia simplă la teorie este un moment necesar și specific științei. Filozofia materialist dialectică apreciază acest salt în cunoaștere ca operația centrală a oricărei cercetări. Engels sublinia necesitatea de depășire a stadiului empiric de către oamenii de știință și „de a intra în domeniul teoriei". Desprinderea generalului și elaborarea teoriei a fost considerată încă de Aristotel drept o condiție esențială a științei: „*existentia est singularium, scientia est de universalibus*". Știința nu poate exista în afara generalizării. Ea provine din rezultatele observației și experimentelor dar nu se reduce la înșiruirea acestora. Dacă ar fi așa, știința ar fi ajuns curînd tot atît de greu de mînuit și de înțeles, ca și natura de la care a pornit, remarcă J. Bernal. Este condiția pe care au înțeles-o toți marii oameni de știință. Astfel, Darwin apreciază: „știința constă în a grupa faptele în așa fel, încît din ele să poată fi extrase legile generale".

Dialectica analizei și a sintezei în cunoaștere rezultă expresiv și din următoarea formulare a lui Goethe: „pentru ca să pătrunzi infinitul, trebuie mai întîi să despici și apoi să stabilești legături". Claude Ber-

Scanned with OKEN Scanner

nard vedea trecerea de la colectarea de fapte la construirea unei teorii științifice raționale aidoma unei creații arhitecturale, unde „faptele sînt pietrele, există în mod obiectiv. Savantul le alege pentru a construi monumentul științei, realizare a spiritului său". Metafora se vădește fidelă și prin maniera în care lasă deschisă posibilitatea pericolelor generate de subiectivism, traductibile în lipsă de echilibru și în fragilitate.

Teoria științifică este definită ca un sistem organizat de cunoștințe, care descrie și explică desfășurarea proceselor și fenomenelor dintr-un domeniu oarecare al realității (85). În perfectibilitatea ei, trebuie privită ca o încercare, o străduință de a realiza o imagine a realității care ne înconjoară, în deplină concordanță cu teoria leninistă a reflectării: „teoria științifică e o reproducere, o copie aproximativă a realității obiective". Cu aceasta cunoașterea devine mai exactă și mai profundă, întrucît trece de la fenomen la esență. Raportată la stadiile de dezvoltare ale științelor, teoria — deși generalitate și legitate prin esență — prezintă anumite particularități prin forța extensivă pe care o are. Astfel, atîta timp cît domină cercetarea analitică, însăși teoria științifică prezintă un caracter analitic, vizează cu precădere laturile separate ale fenomenelor. Mecanica lui Newton este un exemplu unde identificăm categoriile fundamentale ale științelor naturii: materia, mișcarea, spațiul, timpul, cauzalitatea. Mecanica relativistă a lui Einstein marchează deplasarea — într-o fază analitico-sintetică, dialectică — spre o legătură indisolubilă între toate aceste abstracții, demonstrată prin noi concepte: cîmpuri de acțiune, structura geometrică a spațiului și timpului, curbura lor (5). Privită în ansamblu, cristalizarea teoriei științifice semnalează un stadiu de maturitate al științei respective. Teoriile sînt de obicei elaborate cînd studiul a relevat un sistem de fenomene constante care pot fi exprimate legic.

În *structura* teoriei științifice se găsesc concepte de bază și enunțuri axiomatice, legile științei respective, reguli de derivare care fac posibile deducțiile (5). Întreg ansamblul de cunoștințe este organizat și

Scanned with OKEN Scanner

sistematizat, „cunoștința" reprezentînd o propoziție care a fost verificată ca adevărată. Se ridică în mod necesar problema verificării. Spunem că o informație îndeplinește această condiție dacă ea este confirmată de totalitatea faptelor la care se referă. Confirmarea este un concept mai primitiv; spunem despre o propoziție că este confirmată, atunci cînd este satisfăcută de un fapt nou apărut, fără a fi fost transformată în propoziție verificată (Gh. Enescu și C. Popa, 85).

Procedeele logice ale ridicării cunoașterii la teoria științifică. În procesul de cunoaștere se disting două etape inseparabile și contradictorii, în strînsă intercondiționare, **analiza și sinteza.** Analiza constă în descompunerea rațională a întregului în părți și desprinderea însușirilor sale. Sinteza reprezintă operația inversă, de refacere a întregului din părțile sale componente. Ambele operații pot fi aplicate atît în planul senzorial, cît și în cel logic al cunoașterii. Prin integrarea lor într-o unitate dialectică, sînt de egală importanță pentru cercetarea științifică. Primul aspect imprimă nota proprie etapei de culegere a datelor concrete, al doilea devine prioritar în etapa elaborării teoriei, totdeauna însă ele rămîn nedesprinse.

Trecerea de la planul senzorial la cel rațional nu este posibilă fără **abstractizare și generalizare.** Efectuăm un proces de abstractizare (*abstraho*, l. lat. = a scoate, a despărți) atunci cînd separăm unele însușiri de celelalte, precum și de obiectul căruia îi aparțin, ceea ce presupune o prealabilă analiză. Abstractizarea înseamnă a reține elementele esențiale, definitorii, ale entității asupra căreia operăm. Abstractizarea științifică nu înseamnă însă numai înlăturarea a ce nu este esențial, ci și construirea de noi structuri raționale, care se deosebesc de simplele copii ale realității. De exemplu, conceptul de mineral nu reproduce pe nici un mineral din natură, deși le exprimă pe toate. Generalizarea este operația prin care reunim însușirile comune ale unei clase de obiecte sau fenomene. Datorită ei reușim să cuprindem într-o singură noțiune un număr plural de entități senzoriale. Abstractizarea și ge-

Scanned with OKEN Scanner

neralizarea sînt prezente concomitent în etapa de elaborare a teoriei. Trecerea de la o noțiune mai generală la alta mai puțin generală se face cu ajutorul operației de determinare. Prin aceasta sfera se reduce, dar conținutul devine mai bogat în „determinante", însușirile care asigură identificarea obiectului, a clasei.

Două metode logice ale gîndirii au aplicabilitate extrem de largă în construirea teoriei științifice: **inducția și deducția.** Ambele constituie o unitate dialectică, prin intermediul căreia se face o continuă mișcare între planuri ale cunoașterii cu grad de generalitate diferit, între experiența concretă individuală și teorie. Utilizate independent și arbitrar, conduc inevitabil la aberații ale cunoașterii. Raționamentul deductiv rupt de cel inductiv, desprins de fapte și experiență, nu poate fi altceva decît un joc steril; la rîndul său, raționamentul inductiv, rupt de cel deductiv, nu poate fi altceva decît o îngrămădire de fapte fără putința de a stabili legătura între ele (71). În cadrul acestei unități contradictorii, inducția este primordială deducției și constituie fundamentul ei, grație ancorării în realitatea de la care pornește.

Inducția exprimă procesul de ridicare a sensibilului la inteligibilul rațional. „Noi nu cunoaștem decît prin inducție sau prin demonstrație", apreciază Aristotel. Inducția este o mișcare de la planul senzorial la cel logic, ea reprezintă calea prin care cunoașterea trece de la reflectarea individualului la cea a generalului (57). Privit mai de aproape, procesul inductiv nu are propriu-zis originea în planul sensibil. El pleacă de fapt de la un grup de abstracțiuni deja dobîndit și anume de la particularul noțional. După cum este binecunoscut, singularul sub formă brută nu este obiect de știință (37). Totuși, se poate spune că în ansamblul său inducția stabilește legătura între cele două planuri ale cunoașterii.

După gradul de întemeiere, se face distincție între inducția completă și incompletă. Prima reprezintă acea formă de raționament inductiv cu ajutorul căreia se obține o concluzie generală din premise care

Scanned with OKEN Scanner

epuizează toate cazurile sub care se prezintă fenomenul dat. Se mai numește și inducție prin enumerare, deoarece toți membrii clasei pot fi studiați, așa cum se întîmplă cu propoziția „toate oceanele conțin pești", rezultată dintr-o explorare care poate fi exhaustivă. Inducția incompletă ne conduce la concluzii generale obținute din premise care nu cuprind toate cazurile fenomenului studiat. Asemenea situații, cînd toți membrii pot fi examinați, sînt în realitate puține la număr. Așa se explică necesitatea generalizării oferită de inferența inductivă. Prin însuși acest act, inducția este contrarie raționamentului riguros. Ea este un mecanism rațional lipsit de certitudine și deci probabilist. Se înțelege de ce inducția nu poate fi probată pe deplin de nici o cantitate de evidență confirmatoare și dimpotrivă, de ce poate fi distrusă de un singur rezultat fals. Această particularitate invită omul de știință la multă circumspecție și la verificări experimentale, la revenire deci în planul senzorial, la practică. Deși avînd aceste limite care îi conferă un potențial de eroare, inducția rămîne de neînlocuit în activitatea omului de știință.

S-a crezut că mecanismul său intim este intuiția, dar nu trebuie trecut cu vederea faptul că fără participarea aparatului logic nu se poate realiza saltul gnoseologic inductiv. În mersul său de la sensibil la extrema generalizare, cunoașterea umană realizează trei salturi: inducția intuitivă (încheiată cu formarea noțiunilor), inducția științifică (prin care se propun ipoteze) și inducția filozofică (prin care se atinge o înlănțuire supremă a categoriilor și legilor categoriale) (134). Prin valoarea pe care o au pentru cunoaștere, se face distincție între inducția intuitivă și cea științifică. Prima este spontană, asigură generalizarea ipotetică a unei constatări singulare, empirice. Este inducția baconiană. Inducția științifică sau dialectică este un proces prin care cunoașterea descoperă printr-un salt esențialul, necesarul și generalul. Diferența se manifestă în mod specific prin rezultatul la care se ajunge: concluzia inducției spontane este ipoteza de lucru, concluzia inducției dialectice este teoria

Scanned with OKEN Scanner

științifică. În procesul inducției științifice, factorul observat este cercetat din toate punctele de vedere, se găsesc notele esențiale și cauzele apariției lui. În acest fel, inducția științifică reprezintă acea formă de raționament inductiv cu ajutorul căreia se trage o concluzie generală, referitoare la toate obiectele unei anumite clase, pe baza cercetării însușirilor esențiale și a legăturilor cauzale doar ale unei părți din obiectele clasei date (130). Cu toată această rigurozitate, nici o concluzie inductivă nu poate fi definitivă. „Cel mai simplu adevăr, obținut pe calea cea mai simplă, inductivă, este totdeauna incomplet, deoarece experiența este totdeauna neterminată", subliniază Lenin.

Deducția este un proces cu mișcare inversă, care constă din derivarea riguroasă a unei propoziții (concluzia) din alte propoziții date (premisele). Mersul său se face de la idee la idee, oferind astfel superioritatea obținerii de noi adevăruri fără investigarea directă a realității. Prin această funcție pe care o exercită, se înțelege că numai acele deducții pot fi corecte, la originea cărora se găsește inducția științifică. Pentru a diminua riscul de eroare se recomandă evitarea lanțurilor lungi de deducții și verificarea rezultatului, după fiecare deducție. Diferențiem deducțiile riguroase de cele neriguroase, tocmai prin garanția metodologică ce li se asigură. Valoarea deducției crește cu cît este verificată printr-un număr mai mare de metode. Un caz particular, cu precizione maximă, este deducția analitică. Prin aceasta, un chimist transferă, de exemplu unei anumite substanțe pe care o identifică, toate însușirile care îi aparțin acesteia în general, fără a mai fi necesară o verificare individualizată a lor.

Gîndirea cercetătorului nu poate fi redusă doar la una sau la cealaltă din aceste două forme de raționament. Ambele sînt necesare și trebuie folosite. În cunoaștere nu poate fi vorba de două strategii diferite, de inductivism sau deductivism. Cunoașterea omenească este complexă, *inductiv-deductivă*. Prin modul de aplicare prioritar, logica deductivă a devenit o „teorie a demonstrației" în interpretările exclusi-

Scanned with OKEN Scanner

viste, iar logica inductivă o „teorie a euristicii", ambele sărăcite de o componentă esențială, deoarece prima nu poate fi desprinsă de invenție, a doua nu se poate lipsi de sistematizarea și ierarhizarea cunoștințelor (22). Ponderea celor două procese poate varia cu domeniul de aplicare. Importanța deducției este dominantă în disciplinele al căror obiect nu este accesibil în mod imediat (cosmogonie, paleontologie). În dezvoltarea lor istorică, științele pot face apel în măsură inegală la unul din aceste procese pentru că orice știință începe prin a fi inductivă și se desăvîrșește devenind deductivă. Unitatea dintre inducție și deducție a fost afirmată de mulți din marii descoperitori. „Experiența nu urmărește linia clasică ipotetico-deductivă, ci mai curînd o spirală inductivo-ipotetico-deductivă" apreciază Ramon y Cajal. „În calitate de experimentator mă voi mărgini să spun doar că în practică mi se pare extrem de anevoioasă separarea netă a inducției de deducție" își expunea la rîndul său punctul de vedere Claude Bernard.

Extrapolarea este o variantă a inducției care constă în simpla extindere a concluziilor obținute prin studierea unui grup de fapte, la restul faptelor. Raportată la timp, asigură transpunerea evenimentelor trecute asupra dezvoltării viitoare. **Interpolarea** este un proces corelat cu precedentul, prin care observațiile făcute asupra unor cazuri sînt transpuse asupra celorlalte cazuri, din aceași serie, care sînt interpuse celor studiate. Ambele metode contribuie la completarea cunoștințelor privind unele fenomene sau obiecte accesibile doar parțial investigației. Se subordonează generalizării. Au aplicații curente în reprezentarea grafică.

Valoarea cognitivă: teza și ipoteza. Teoria științifică este alcătuită din propoziții care se situează la nivele diferite în procesul gnoseologic. Teza exprimă adevărurile verificate. Se prezintă, după modalitatea relației pe care o conține, ca o judecată asertorică (de realitate). Privită în mod izolat, apare ca o judecată categorică, necondiționată. În contextul unor înlănțuiri cauzale poate fi condiționată în sensul variabilității sale, legătura cauzală rămînînd însă prin sine însăși categorică. În cercetare teza echivalează cu rezultatul bine verificat, ceea ce îi conferă calitatea

Scanned with OKEN Scanner

de sprijin temeinic al întregului eşafodaj al teoriei ştiinţifice.

Contactul cu realitatea declanşează însă omului de ştiinţă numeroase întrebări şi îi sugerează totodată răspunsuri de probabilitate. Acestea se menţin provizorii pînă la verificarea lor prin observaţie sau experiment şi transformarea lor în certitudini. Ipoteza *(hypothesis,* l. gr. = subteză) are o poziţie inferioară faţă de teză în cunoaşterea ştiinţifică. Deşi manifestare a gîndirii, ea nu reprezintă o formă propriu-zis logică, ci doar un moment gnoseologic în cursul ridicării spre logic. Ipoteza rămîne în ansamblu o formă infralogică, conţinînd doar şi unele elemente logice. Ceea ce o caracterizează nu este conţinutul logic, ci tensiunea ei afectivă (134). Nu are valoare de reflectare a realităţii ci doar cuprinde în sine această posibilitate. Datorită specificului său ipoteza nu poate fi apreciată ca falsă sau adevărată, întrucît o dată confirmată se transformă în teză, tot astfel după cum prin infirmare este negată şi devine o „fostă ipoteză". Singurul criteriu de evaluare al ipotezei este cel logic. Putem vorbi de ipoteză justă dacă ne apare „corectă" la analiza raţională, adică formulată în conformitate cu normele logicii elementare. Ipoteza este „absurdă" dacă se opune acestora. A fost arătată posibilitatea de a greşi în judecarea ipotezelor, atunci cînd cunoştinţele sînt insuficiente pentru a oferi garanţia unei juste aprecieri.

Din punct de vedere formal, ipoteza se prezintă ca o judecată problematică (de posibilitate), formulată ca o întrebare sau ca o afirmaţie — respectiv negaţie — care este condiţionată: „dacă este adevărat A, atunci rezultă B". În ce priveşte conţinutul, ipoteza ştiinţifică trebuie diferenţiată de ficţiunea pur imaginativă, lipsită de substrat real. Ţinem seama că apariţia ei se face într-un cîmp de idei corespunzător sistemului de principii şi teorii ale ştiinţei deja construite. Prin sensul care i se acordă în limbajul ştiinţific, ipoteza se deosebeşte de modul laic de a fi înţeleasă. Ea devine mai mult decît o presupunere. Reprezintă o judecată corectă dar nedemonstrată. Gradul său de probabilitate este extrem de variabil şi de aceea trebuie totdeauna precizat. Într-o de-

Scanned with OKEN Scanner

finiție a lui E. Mach, „ipoteza este o explicație provizorie, care scapă probei prin fapt", după Gilbert Beville „este enunțul unei afirmații sub rezerva verificării". Raportată la teză, ea devine o „teză aflată sub semnul întrebării". Prin esență, deci, ipoteza nu poate fi un moment final al cunoașterii ci anticipează doar adevărul.

Din punct de vedere al legăturii cu realitatea, ipoteza poate fi privită ca un concept apriori, diferențiindu-se astfel de teză, care este prin excelență un concept aposteriori, deoarece rezultă dintr-o explorare. Claude Bernard analiza foarte exact poziția cercetătorului față de ipoteza la care recurge. De la o idee aprioricâ pornește și metafizicianul, ca și experimentatorul. Deosebirea constă în faptul că primul impune ideea sa ca pe un adevăr absolut descoperit de el, deducînd apoi toate consecințele numai cu ajutorul logicii. Dimpotrivă, mai modest și mai realist, experimentatorul își prezintă ideea sub forma unei întrebări anticipate, mai mult sau mai puțin probabile. Rezultă că ipoteza nu este deci cunoaștere, ci doar perspectiva cunoașterii. Existența ei este de aceea efemeră, pînă la efectuarea verificării. Sînt situații cînd verificarea directă este imposibilă și cînd ne mulțumim doar cu întărirea gradului de certitudine al ipotezei, recurgînd la ajutorul unor mijloace indirecte. Verificarea indirectă constă din stabilirea concordanței consecințelor, deduse din admiterea ipotezei, cu realitatea. Probabilitatea ipotezei crește cu cît numărul de fapte este mai mare și mijloacele care o confirmă sînt mai variate.

Construirea ipotezei se face prin inducție intuitivă sau printr-un raționament deductiv riguros. Au fost propuse cîteva criterii orientative în elaborarea ipotezelor științifice. Mai importante sînt următoarele: necesitatea reală (a recurge la ipoteză doar în lipsa unei explicații verificate), controlabilitatea, valoarea euristică (să sugereze noi investigații). Ipoteza trebuie să fie în concordanță cu ansamblul datelor științifice. Este totuși adevărat că pentru știință sînt folositoare și ipotezele „greșite", dar numai cu condiția de a servi pentru declanșarea

Scanned with OKEN Scanner

unor noi cercetări. Exercită aici o funcție de orientare asupra activității științifice. „Mai bine o ipoteză falsă decît nimic", optează Beveridge, punînd în alternativă cercetarea condusă de o idee și pe cea desfășurată la întîmplare. „Ipotezele și teoriile, chiar cele greșite, sînt utile pentru realizarea descoperirilor", își exprimă opinia un alt experimentator, obișnuit cu documentarea faptică exactă, Claude Bernard. Chiar dacă nu duc la noi descoperiri, asemenea ipoteze generează cel puțin o cercetare, al cărei rezultat nul va scuti știința de alte căutări inutile. Fontinelle insistă asupra acestui punct cînd spune „cîte nebunii n-am fi susținut, dacă cei vechi nu ne-ar fi ferit de un mare număr din ele". Principala funcție a ipotezei, totodată specifică ei, stă în fertilitatea sa creatoare. Admițînd această posibilitate, cercetătorul nu respinge ipoteza, ci, dimpotrivă, o caută. Îi rezervă însă totdeauna treapta de incertitudine care îi revine în sistemul închegat al științei. Lucian Blaga găsește aci implicații etice de mare răsunet: „fără îndrăzneala de a greși, nu se înregistrează nici un spor în istoria nici unei științe".

Ipotezele sînt prezente în toate momentele cercetării științifice. Aportul lor este resimțit cu deosebire în următoarele situații: cînd se schițează un experiment sau un plan de cercetare, cînd se generalizează rezultatele, cînd se justifică opiniile proprii, cînd se interpretează generalizările altor cercetători. Exercită în acest fel o întreită funcție: punct de plecare pentru investigație (ipoteză de lucru), explicație provizorie a unei probleme, generalizare provizorie a cunoștințelor.

Prin antecedentele sale, ipoteza își are originea în realitate. Este imposibil să formulezi o anumită presupunere dacă în prealabil nu a existat un fapt care să-i servească drept bază. Prin posibilitatea de a fi confirmată, presupune un coeficient de adevăr, dar nu se identifică cu acesta. Clara Dan exprimă astfel relația existentă: „nu orice speculație este adevăr, dar orice adevăr a luat naștere pe cale speculativă". Este un punct de plecare a cărui importanță o subscriu și oamenii de știință și filozofii. Francis Bacon clarifică decis relația dintre teză și ipoteză,

Scanned with OKEN Scanner

astfel: „dacă un om va începe prin a avea certitudini, el va sfîrşi cu îndoieli; dar dacă se va mulţumi să înceapă cu îndoieli, va sfîrşi cu certitudini". Nu poate fi negat, desigur, pericolul la care expune excesul de presupuneri în ştiinţă. Newton a exprimat aversiunea sa faţă de construcţiile mintale fanteziste prin celebrul *„hypothesis non fingo"* (de ipoteze nu mă ating). Vedem în această expresie dispreţul său faţă de ipotezele absurde, pentru că ipotezele plauzibile au fost totdeauna acceptate, sub rezerva verificării lor.

Elaborarea şi condiţiile cerute teoriei ştiinţifice. În elaborarea unei teorii ştiinţifice, C. Popa diferenţiază următoarele etape: *1.* Studiul analitic al informaţiei existente cu privire la domeniul considerat, reluarea experimentelor principale şi conceperea altora noi. *2.* Selectarea din ansamblul de ipoteze verificate experimental a unui grup considerat ca fundamental şi formularea unor legi generale. *3.* Construirea unui sistem deductiv privind domeniul de fenomene considerat. *4.* Trecerea de la nivelul limbajului-obiect la metalimbaj. Identificăm în această schematizare întreaga traiectorie a cunoaşterii ştiinţifice, în dinamica unei activităţi extrem de complexe. Facem distincţie între teoria ştiinţifică şi aşa-zisele „teorii", care nu sînt altceva decît sisteme explicative închise. Acestea unilateralizează pe unii din factorii care intervin în mod real în determinismul diferitelor fenomene, conducînd astfel la interpretări explicative incomplete, ceea ce motivează apariţia unor poziţii contradictorii, ce se succed în istoria ştiinţei. Insuficienţa fiecăreia dintre acestea este evidenţiată şi prin disputele ştiinţifice declanşate.

Printre *condiţiile* pe care trebuie să le respecte o bună teorie ştiinţifică, în primul loc se situează conţinutul de adevăr cît mai crescut. Natural că nu putem restrînge ştiinţa exclusiv la adevăruri verificate. Rămîn în fiecare domeniu probleme de rezolvat, pînă la clarificarea cărora gîndirea raţională recurge la formulări ipotetice. Important este ca ponderea tezelor să fie prioritară, în aşa fel încît gradul de adecvare al realităţii prin cunoaştere să atingă nivelul cerut de utilizarea prac-

Scanned with OKEN Scanner

tică a sistemului teoretic respectiv. Teoria ştiinţifică trebuie să fie, în organizare, sistematică. Ea nu poate acoperi lacunar domeniile la care se referă iar cunoştinţele nu pot fi prezentate ca un conglomerat brut. Claritatea şi precizia sînt alte condiţii indispensabile teoriei. Întrunirea celui de-al doilea atribut este dependentă de gradul matematizării. Poate că teoria ştiinţifică va întruni cîndva deziderатul leibnizian „în loc de a discuta, să calculăm". Din alt punct de vedere, nu putem concepe teoria altfel decît ca un sistem deschis, mereu perfectibil, care lărgeşte progresiv cunoaşterea şi înţelegerea noastră prin înglobarea datelor necunoscute în momentul cînd teoria a fost formulată pentru putem concepe teoria altfel decît ca un sistem deschis, mereu perfectibil, devenind astfel un instrument de cunoaştere şi de reglare a desfăşurării fenomenelor viitoare. Pe lîngă toate aceste condiţii cu aplicare în plan raţional, adăugăm pe cea a utilităţii practice, condiţie care justifică de altfel întregul proces de construire a teoriei.

Funcţii, limite şi valoare. Ansamblul de elemente tetice şi ipotetice care alcătuiesc teoria ştiinţifică exercită multiple funcţii. Cea informativă se impune atenţiei în primul rînd, deoarece corespunde nevoii noastre de cunoaştere, resort al activităţii de cercetare. Avînd în vedere decalajul enorm dintre cunoştinţele empirice şi fondul cunoaşterii ştiinţifice, restrînse la esenţial şi general, teoria îndeplineşte o importantă funcţie rezumativă. Datorită ei devine posibilă cuprinderea unui număr de informaţii care, sumate aritmetic, ar fi inaccesibile percepţiei. Concizia teoriei ştiinţifice ajunge pînă la condensări într-un singur principiu ale unui mare număr de legi, fără ca prin aceasta forţa cunoaşterii să diminueze. Funcţia explicativă constă în capacitatea de a stabili legăturile cauzale (explicaţie genetică) sau fundamentarea logică (explicaţie generică). Datorită acesteia se obţine inteligibilitatea, prin care teoria devine consensuală cu imperativul pus în faţa omului de ştiinţă de către Spinoza: *„non ridere, non flere, nec detestari, sed intelligere"* (să nu rîdă, să nu plîngă, să nu urască, ci să înţeleagă). Legată

Scanned with OKEN Scanner

inseparabil de precedenta, se exercită funcţia predictivă a teoriei. Datorită acesteia reuşim să prezicem evenimente care vor avea loc (previziune ştiinţifică, predicţie) sau care au avut mai demult loc, dar n-am luat încă act de existenţa lor (postdicţie). Funcţia de control creează posibilitatea efectuării unor modificări dorite asupra mediului ambiant prin aplicarea procedeelor indicate de teorie. În acest fel cercetarea se valorifică. Este deschiderea teoriei spre practica omenească.

În aprecierea teoriei ştiinţifice trebuie să stabilim ce anume este *adevăr verificat* şi ce se menţine încă în *stadiul de ipoteză*. Distincţia nu investeşte totuşi cu încredere absolută nici cunoştinţele din prima categorie. Noi elemente impun permanent restructurarea unor concluzii anterioare, chiar dacă păreau pe deplin fundamentate. Înţelegem deci necesitatea de a nu confunda teoria cu legea obiectivă: teoria este doar o construcţie relativă, perfectibilă prin cunoaşterea infinită, legea este reală şi independentă de gradul cunoaşterii noastre. Rezultă că teoria ştiinţifică nu poate fi privită ca siguranţă totală. Acest consemn nu justifică însă poziţii sceptice, agnostice. De fapt, aşa cum precizează Mario Bunge (23), ştiinţa nu are nevoie de certitudine definitivă, ci numai de corigibilitate. Acest punct de vedere îl întîlnim la toţi gînditorii şi oamenii de ştiinţă preocupaţi de descifrarea semnificaţiei reale a teoriei ştiinţifice. Eroarea nu constă în construirea unui sistem — observă J. Guillamaud — ci în faptul de a-l crede etern. O imagine expresivă realizează Claude Bernard cînd aseamănă teoriile cu nişte făclii destinate să lumineze calea, şi care sînt înlocuite pe măsură ce ard. Noile cercetări impun lărgirea sistemului de cunoştinţe devenit prea strîmt şi abandonarea sau transformarea conceptelor care au încetat să mai fie satisfăcătoare.

O discuţie despre tot ce înseamnă teoria ştiinţifică nu ar putea fi încheiată fără a-i sublinia nemăsurata valoare pe care o reprezintă pentru activitatea socială. Impulsionarea dezvoltării teoriei ştiinţifice este premisa şi condiţia progresului în toate sferele producţiei materiale şi

Scanned with OKEN Scanner

spirituale. Distincția teorie-practică se sfîrșește aici, în acest punct de contact, regenerator și finalizator totodată. „Nimic nu este mai practic decît o teorie bună", reușește un bun joc de cuvinte L. Boltzmann. Chiar cea mai abstractizată teorie conduce la realizări practice de amploare, de multe ori surprinzătoare, chiar dacă sînt obținute după mari intervale de timp. Privită în perspectivă istorică, „știința teoretică este rezerva tehnicii de mîine", cum a scos în evidență Lenin, făcînd prin intervenția sa o temeinică operă de profilaxie a unor discuții pe care le-ar putea sugera problema relației dialectice dintre teoretic și practic în știință. Ideea este incizată și de Gr. Moisil într-o formulă de mare conciziune: „teoria de azi e practica de mîine".

Scanned with OKEN Scanner

PREVIZIUNEA ȘTIINȚIFICĂ

Una din principalele funcții ale științei constă în a prevedea fapte și fenomene încă neînregistrate sau care vor exista doar în viitor. Cu aceasta se atinge nivelul de eficiență al teoriei științifice, care permite aplicarea practică a unor măsuri menite să dirijeze evoluția naturii, a societății sau a psihicului, în direcția considerată ca optimală. Aug. Comte a subliniat această capacitate a științei pînă la identificarea ei cu însăși știința: *„a ști înseamnă a prevedea"*. Claude Bernard o privește drept criteriu de dezvoltare a nivelului științei: „adevărata știință nu există decît atunci cînd omul ajunge să prevadă în mod exact fenomenele naturii și să le stăpînească". Baza filozofică a previziunii științifice rezidă în teza materialist-dialectică a cognoscibilității realității obiective. Cunoașterea omenească este un proces de reflectare adecvată și prin aceasta dobîndește o latură anticipativă.

Previziunea științifică nu are nimic comun cu profeția mistică, este străină divinației, ghicirii, proorocirii. Prin fixarea ei în teoria științifică ea indică direcțiile generale ale evoluției, corespunzător legității care o guvernează. Prin aceasta nu se înțelege totuși, o „calculare a faptelor" în toate amănuntele. Previziunea științifică nu oferă siguranța ci doar probabilitatea dezvoltării. Acest mod de a evalua exclude scepticismul ca și simplismul în interpretare. Ca metodă de investigație a viitorului în domeniul științelor sociale, ne va arăta deci nu ce trebuie cu obligativitate obținut, ci numai eventualele rezultate ale programului de ac-

Scanned with OKEN Scanner

țiuni întreprinse. Se diferențiază în acest fel de planificare, care implică obligativitatea obiectivelor propuse, prin însuși caracterul său juridico-administrativ. Previziunea este metoda care îi stă la origine; planul este un act normativ.

Baza legică a previziunii. Afirmînd că „fără generalizare previziunea este imposibilă", H. Poincaré sublinia necesitatea elaborării unui sistem teoretic pentru a se putea satisface nevoia omului de a cunoaște și controla evenimentele viitoare. Fundamentarea legică este premisa și garanția verificării previziunilor. Diferențiem, sub acest aspect, mai multe variante. Un grup de legi care oferă posibilitatea previziunilor de mare exactitate sînt, de exemplu, cele ale mecanicii clasice sau ale teoriei electromagnetice. Cu ajutorul acestora se obțin previziuni cantitative, ceea ce le conferă primul loc în ierarhia modalităților de care dispunem, prin precizia lor. De asemenea, regulile taxonomice asigură enunțări inductive cu probabilitate foarte ridicată, apropiată de siguranță, în efectuarea clasificărilor. Corespund raționamentului după care „orice *a* este *A*", unde *a* exprimă individul sau o subclasă subordonată. *A*, indică clasa cuprinzătoare. La rîndul lor, legile de structură fizică permit previziuni incomplete și cu un grad de nesiguranță. Urmează un alt grup de legi, „fenomenologice", care guvernează diferitele fenomene: ale termodinamicii, astronomiei prenewtoniene, ale opticii. Și acestea asigură frecvent predicții precise. În sfîrșit, previziunea statistică este cea fundată pe legile matematice folosite în caracterizarea mulțimilor. Preciziunea oferită de ele se cuprinde într-o zonă de siguranță ce poate fi calculată, fiind dependentă de dispersiunea valorilor individuale.

Și în legătură cu legile cauzale, s-a presupus că asigură previziuni certe. Conexiunea cauzală nu coincide însă cu previzibilitatea, din pricina determinismului complex care intervine în realitate, incluzînd influențe care pot scăpa atenției noastre. Mario Bunge insistă asupra faptului că previzibilitatea completă este, într-un anumit sens, incompatibilă cu recunoașterea noutăților radicale. A prevedea toate fenomenele

Scanned with OKEN Scanner

noi echivalează cu a le cunoaşte înainte de apariţia lor, ceea ce le-ar nega însuşi caracterul de noutate. Exactitatea perfectă a previziunii poate fi întrunită doar în anumite domenii, acele unde sînt cunoscute legile cu acţiune determinată şi unde locul întîmplării se dovedeşte foarte restrîns pentru a induce devieri semnificative de la direcţia principală prestabilită.

După sensul în care se desfăşoară previziunea, diferenţiem *predicţia şi postdicţia*. Prima corespunde semnalării fenomenelor viitoare, şi constituie axul raţional al unei discipline în constituire precipitată, futurologia. Cu ajutorul acesteia au fost făcute numeroase indicaţii în toate principalele domenii ale ştiinţelor naturii. Ea răspunde tocmai funcţiei de control a teoriei şi justifică în mare măsură utilitatea ştiinţei. Postdicţia permite afirmarea unor fapte mai înainte de a fi fost cunoscute de om, existente însă în realitate în momentul cînd a avut loc previziunea. Coincide cu descoperirea deductivă, ilustrată printre altele de prezicerea existenţei pozitronului de către Dirac, prezicerea devierii razelor luminoase stelare în apropierea soarelui de către Einstein, afirmarea existenţei preominidelor de către Haeckel, calcularea poziţiei exacte a planetelor Neptun şi Pluton.

În perioadele „empirice" ale ştiinţelor au fost realizate unele previziuni cu deosebire în baza periodicităţii şi ritmicităţii caracteristice unor fenomene. Este exemplul anunţărilor cu mult timp înainte a eclipselor solare, încă în antichitate. Metoda constă în această situaţie doar într-o simplă extrapolare, metodă insuficientă în cunoaşterea predictivă a fenomenelor pluricondiţionate.

Neîmplinirea previziunilor este dependentă de mai multe cauze. Uneori intervin erori în enunţarea sau în alegerea corectă a legilor cu care se operează. Enunţurile trebuie să fie complete şi precise. Altădată legile luate în considerare încetează de a mai acţiona. Cu încetarea explicabilităţii lor încep să acţioneze legi noi, aşa cum se poate observa mai obişnuit în societate. Erorile pot privi informaţia specifică,

Scanned with OKEN Scanner

obținută direct prin investigația realității. Derivă de aci formularea greșită a unor legi sau aprecieri cantitative inexacte. Ultimul grup de erori, în sistematizarea lui Mario Bunge (24) privește inferența: procedeul logic sau matematic este defectuos, ori comportă prea multe ipoteze simplificatoare.

Valoarea previziunii este deci limitată prin însăși dificultățile pe care le întîmpină cercetarea. Posibilitatea de obținere a informațiilor îngustează mult aria cunoscută de fiecare cercetător în parte și, doar prin continuitatea activității, prin cooperare și integrarea cunoștințelor, se poate ajunge la acoperirea „unghiului mort", a cărui prezență se răsfrînge inevitabil în previziune (fig. 33).

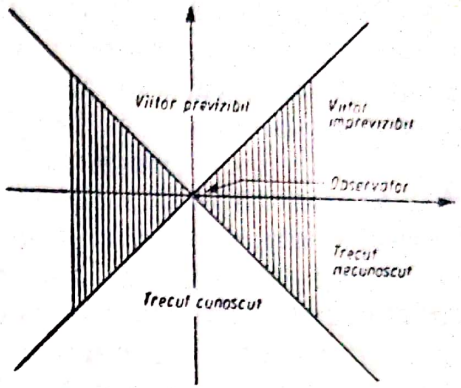


Fig. 33. Limitarea posibilităților de a recolta informațiile și de a stabili previziuni. Regiunile necontrolate de observator pot fi acoperite de alții, situați în alte poziții (după M. Bunge, 24).

Prognoza. O noțiune subordonată celei de previziune, dezvoltată în paralel cu ea și reținînd în prezent atenția specialiștilor din toate domeniile științei, în mod cu totul deosebit conducerii societății, este prognoza. Prin definiție, este evaluarea evoluțiilor viitoare posibile. Corespunde astfel unei previziuni „pe termen lung" asupra dezvoltării compartimentelor vieții sociale. Are un caracter practic, aplicativ, urmărind să stabilească în perspectiva îndepărtată a viitorului variante de dezvoltare, pe care le evaluează pe măsură ce materialul verificator se acumulează, în scopul de a o distinge pe cea optimă. În elaborarea prognozei se diferențiază mai multe faze: stabilirea scopurilor și a obiectivelor derivate, fixarea ipotezelor, cercetarea evoluțiilor posibile ale activităților în diferite variante, evaluarea acestora și recomandarea soluției considerată optimă (20). Aceste faze sînt interdependente.

Scanned with OKEN Scanner

Regulile principale care conduc activitatea de prognoză urmăresc să călăuzească acțiunile, să sugereze mijloace pentru măsurarea și controlul eficienței, să fie mobilizate prin vizarea tuturor posibilităților, să țină seamă de resurse și restricții, interne și externe.

Întocmirea prognozei într-un domeniu sau altul începe cu un studiu al realității prezente și al dezvoltării din trecut, pe baza căruia se trece la sinteza unor modele ale viitoarelor stări posibile. După obținerea unei viziuni globale a „viitorilor posibili" aceștia sînt confruntați cu prezentul, în scopul reorganizării lui și a realizării concordanțelor prezent-viitor. Intervin aci două operații fundamentale corelate: reducerea realității la model și modelarea inversă, adică recrearea realității conform modelului respectiv. Ambele etape se întrepătrund cu numeroase reveniri și legături inverse, avînd în vedere necesitatea perfecționării continui a acțiunii de „construire a viitorului".

Riscurile prognozei sînt cele ale previziunii în general. Se impune confruntarea permanentă a modelului cu realitatea în desfășurarea ei dinamică, pentru corecțiile cerute pe parcurs.

Metodele previziunii științifice. Una din cele mai răspîndite metode folosite în investigarea dezvoltării fenomenelor sociale este *metoda Delphi*. Aceasta constă din chestionarea în runde repetate a unor specialiști care rămîn tot timpul independenți unul de altul. Se începe cu întrebări simple și generale legate de obiectivul investigat, pentru a se progresa cu fiecare rundă spre probleme mai speciale și mai concrete. Răspunsurile sînt analizate succesiv, difuzîndu-se tuturor participanților informațiile obținute. În acest fel, fiecare nouă problemă este analizată prin prisma întregului ansamblu de considerente expuse în etapa anterioară. Tehnica permite verificarea și eventual, revizuirea poziției individuale, dar exclude totodată posibilitatea unor influențe exercitate de personalități de prestigiu sau de caracterul majoritar al unei opinii. Progresiv, se tinde spre obținerea unui consens, cu ajutorul unor întrebări care privesc tot mai țintit discordanțele întîmpinate.

Scanned with OKEN Scanner

O valoare orientativă, pentru același cadru, al vieții sociale, prezintă *metoda scenariilor*. Se recurge la consultarea unor experți asupra modificărilor plauzibile ale stărilor viitoare proprii unui anumit model.

Metoda morfologică constă în evidențierea tuturor parametrilor care ar putea influența desfășurarea fenomentului studiat.

Meotda trendului de dezvoltare (a tendinței) constă în extrapolarea grafică a seriilor statistice temporare. Cînd acestea se înscriu pe o linie, stabilirea evoluției viitoare se face prin simplă continuitate. Se ține seamă de caracterul evoluției: rectilinie, curbă, exponențială. Avînd în vedere numărul mare al fenomenelor care descriu în dinamica lor o curbă logistică (curba sigmoidă), analiza realității actuale va preciza totdeauna și momentul din această curbă în care se află dezvoltarea (fig. 34). În toate cazurile se extrapolează și zona de siguranță a mediei (fig. 35).

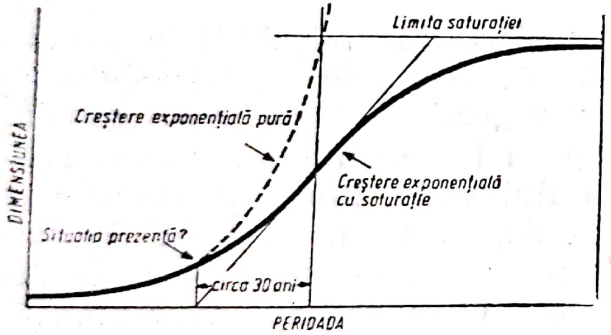
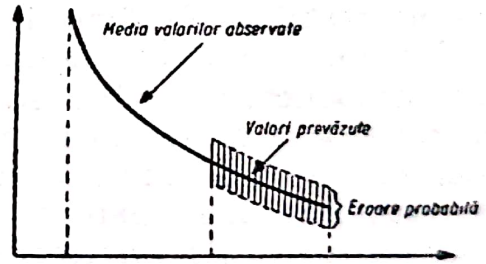


Fig. 34. Forma generală a curbei logistice, cu referire la dezvoltarea științei (după D.J. de Solla — Price, 117).



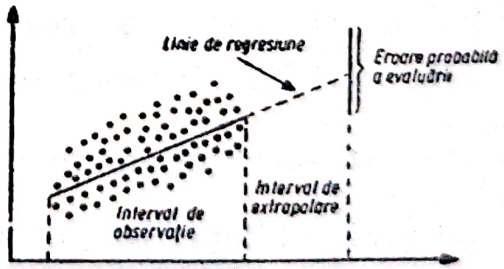


Fig. 35. Previziunea pe baza unei relații funcționale *(a)* și pe baza unei linii de regresiune liberă *(b)* (după M. Bunge, 24).

Scanned with OKEN Scanner

Atunci cînd evoluția unui fenomen descrie o curbă cu oscilații mari care nu permit sesizarea direcției de dezvoltare, dispunem de două procedee pentru a o evidenția. *Metoda grafică* empirică constă din trasarea vizuală aproximativă a unei curbe la mijlocul intervalului de variație al valorilor individuale reprezentate. Execuția este deci simplă și operativă dar imprecisă, astfel că și concluzia va fi aproximativă. Dacă oscilațiile sînt foarte mari, linia de dezvoltare nu poate fi evidențiată prin această metodă. Procedeul punctelor medii are un grad mai ridicat de precizie. Constă, în principiu, din conturarea ariei de variație prin linii ajutătoare care aproximează abaterile maximale ale valorilor din serie, realizînd o figură poligonală. Se trasează apoi o linie medie prin unirea punctelor medii din fiecare interval de timp. Cu o procedură mai complicată se poate calcula și ritmul mediu de evoluție, care nu este altceva decît media diferențelor între ordonate, raportate pe intervalele de timp urmărite.

Toate aceste metode bazate pe *extrapolare* au aplicabilitate pe intervale restrînse de timp, indiferent dacă este vorba de o progresie aritmetică, de o progresie geometrică, sau o regresie liniară, exponențială, sau parabolică, potrivit legității de evoluție a fenomenului cercetat. Riscul de eroare crește cu mărimea intervalului vizat, luînd uneori ritmul unei progresii geometrice, dacă perioada depășește 15—20 ani. Folosirea modelului matematic al extrapolării se bazează pe un număr cît mai mare de momente informaționale anterioare. O modalitate de reprezentare superioară celei care utilizează numerele, recurge la inversul logaritmilor lor. Astfel se realizează „extrapolarea la infinit" (fig. 36). În grafic, variabila independentă este inversul duratei de timp: $\frac{1}{t_1}, \frac{1}{t_2}, \frac{1}{t_3} \ldots \frac{1}{t_n}$, după numărul momentelor înregistrate. Variabila dependentă este inversul logaritmului valorilor studiate: $\frac{1}{\lg x_1}, \frac{1}{\lg x_2}, \frac{1}{\lg x_3} \ldots$

Scanned with OKEN Scanner

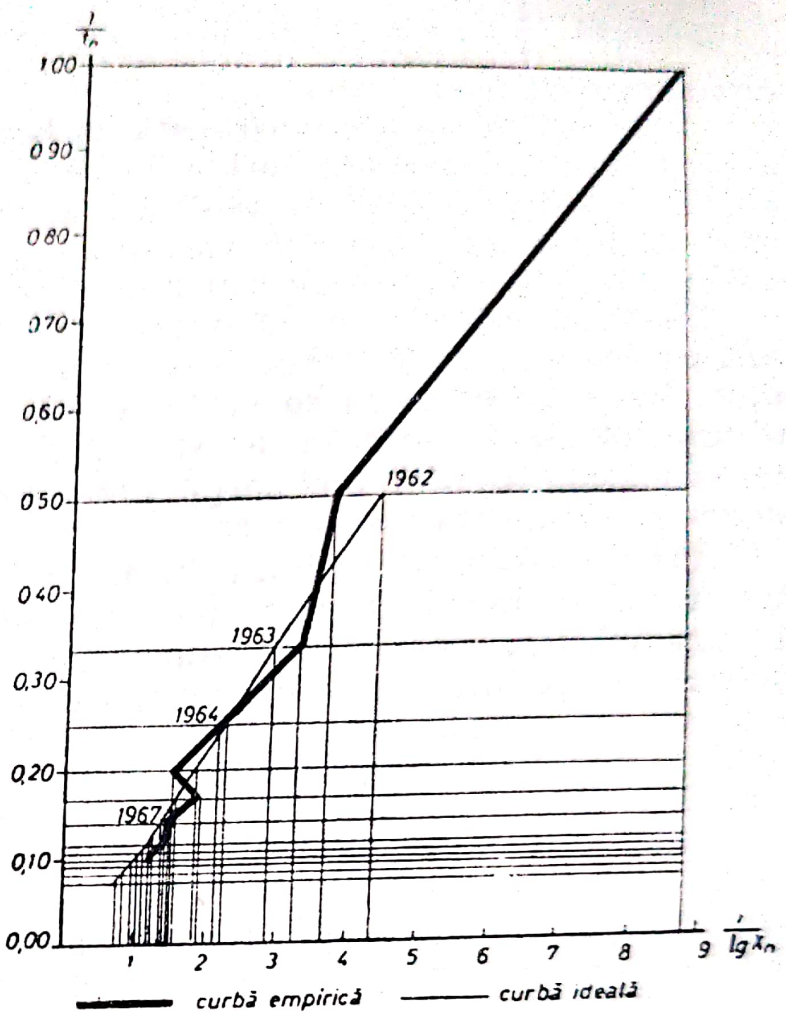


Fig. 36. Metoda extrapolării la infinit, după Th. Ilea și colab.

... $\frac{1}{\lg x_n}$. Prima se măsoară pe ordonată, a doua pe abscisă. După trasarea curbei reale, ducem linia ideală corespunzătoare. Valoarea x dintr-un anumit moment t se află ducînd o perpendiculară din intersec-

Scanned with OKEN Scanner

ția mărimii $\frac{1}{t}$ cu această linie, pe abscisă. Citim aici pe $\frac{1}{\lg x}$ de la care calculăm rezultatul căutat.

Metoda analizei de pertinență se bazează pe reprezentarea intuitivă a unui graf arborescent (arborele de pertinență) care exprimă analiza gîndirii, cu toate căile de posibilitate întrevăzute. Prin examinarea figurii obținute se păstrează variantele cu mare probabilitate, eliminîndu-se cele puțin probabile sau numai posibile.

Testarea experimentală a prognozelor constă din studierea problemei pe un eșantion restrîns, urmînd a transpune în practică soluțiile optime. Valoarea acestora se verifică prin metode multiple. Utilizarea stațiilor-pilot se încadrează acestei metode. Experimentarea poate continua pe colectivități mai largi, rezultatele fiecărei etape devenind baza unor previziuni tot mai sigure.

Problematica previziunii științifice și cu deosebire metodologia introducerii ei în practica socială se bucură de un considerabil interes în țara noastră, ceea ce constituie o garanție a realizărilor marilor idealuri pe care le propun generațiile de astăzi.

Scanned with OKEN Scanner

REDACTAREA LUCRĂRII ȘTIINȚIFICE

Valorificarea cercetării științifice începe cu operația de redactare a lucrării ce va fi comunicată și publicată. Activitatea omului de știință poate fi considerată ca încheiată — pentru o anumită etapă — doar odată cu difuzarea rezultatelor obținute. Păstrarea acestora sub forma unor note personale de investigație nu poate fi justificată decît atunci cînd ele sînt lipsite de semnificație științifică, constituind doar indicii care vor genera alte investigații viitoare. Poziția critică a autorului este absolut necesară pentru selectarea materialelor demne de a fi aduse la cunoștința celorlalți, condiția esențială care decide fiind conținutul real de idei. O pledoarie pentru utilitatea publicării cercetărilor, dar totodată o punere în gardă împotriva ușurinței de introducere în circulație a unor lucrări fără beneficiu informațional, pare puțin actuală în climatul exigent al științei contemporane. În această direcție, datorăm de mult o sensibilizare lui Claude Bernard: „savantul nu scrie pentru a scrie, ci pentru a spune ceva". Lucrările științifice au destinația de a contribui la progresul cunoașterii și nu pot fi transformate într-un mod de publicitate.

Redactarea unei lucrări are o importantă valoare euristică pentru autorul respectiv. Activitatea rațională de cunoaștere nu poate fi definitivă decît odată cu redactarea textului, avînd în vedere relația organică dintre gîndire și scris. Ca substrat material al limbajului și ca vehicul al gîndirii, scrisul dobîndește o semnificație mult mai mare decît cea de

Scanned with OKEN Scanner

simplă exteriorizare a ideilor. El contribuie la formularea acestora. În plus, intervine alt element care explică de ce redactarea este bine să fie schițată mai înainte de a se fi încheiat investigațiile. Analiza sistematică și controlul rațional la care obligă această operație sînt în măsură să detecteze carențe ale metodei, insuficiența argumentării, contradicții faptice, pe care le poate remedia reorientarea cercetării. Aportul redactărilor preliminare, duse uneori pînă la scurte comunicări provizorii, este convingător în această privință.

Tehnologia redactării. Există o varietate atît de largă de procedee, de la scrierea precipitată și continuativă care pretinde doar minime retușări ulterioare, pînă la activitatea minuțioasă, dusă în etape succesive, încît o schematizare nu ar putea fi presupusă. Fiecare autor își are stilul său, dar pentru începători este util să se folosească anumite practici care s-au dovedit de reală valoare. Redactarea propriu-zisă este precedată de o etapă pregătitoare care constă din sistematizarea datelor obținute și prelucrarea lor statistică și grafică. Concomitent cu analiza materialului original și cu meditarea asupra problemelor pe care le ridică, informația bibliografică este completată în așa fel încît achizițiile proprii să poată fi integrate teoriei științei respective.

Comentariile proprii, făcute pe marginea datelor culese, și informațiile bibliografice sînt revăzute în ansamblul lor. Cu acest prilej se impune verificarea atentă a oricărei referințe care urmează a fi prelucrată. Această orientare făcută, sîntem în situația de a întocmi un plan general, structurat logic. Fiecare din secțiunile pe care le prevede acesta este arborizată la rîndul său pînă la cele mai detaliate probleme. Materialul cules este ușor manevrabil dacă s-au folosit fișe documentare volante, care sînt grupate acum potrivit ordinii pe care o impune textul. Redactarea se începe cu o variantă care se concentrează asupra fondului, lăsînd liberă asociativitatea și necenzurînd fomulările cele mai îndrăznețe. Darwin, vorbind despre metoda sa de lucru, arată că, realiza economie de timp scriind pagini întregi cît se putea de repede. „De multe ori,

Scanned with OKEN Scanner

frazele astfel mîzgălite, sînt mai bune decît cele pe care le-aș fi putut scrie chibzuindu-le pe îndelete". Important este ca dezvoltarea ideilor să fie axată pe o schiță, oricît de rudimentară. Întrucît ulterior se impun adăugiri, se prevede pentru acestea, fie pagina de pe verso, fie o margine albă mai lată. Suplimentările extinse se vor face pe hîrtii anexe, marcate prin trimiteri sistematizate. În a doua etapă se trece la analiza formală a textului realizat, cu grijă preponderentă asupra coerenței logice și asupra stilului. Lucrarea străbate în acest fel multiple variante și pentru perfectarea acestora, sînt recomandabile intervale de așteptare de mai multe zile. De mare sprijin este, în conducerea discuțiilor, procedeul întrebărilor metodice, menite să releve toate diferitele aspecte ale problemei dezbătute. În revizuirea textului se urmărește nu numai completarea și corectarea lui, ci și excluderea ideilor-balast pînă la atingerea unui nivel satisfăcător de claritate și conciziune. Consultarea lucrării de către colegi, specialiști în domeniu sau — dacă se testează inteligibilitatea și stilul — chiar nespecialiști, aduce o verificare de reală utilitate.

Structura lucrării științifice. Literatura științifică se prezintă sub forma unor tipuri foarte variate de lucrări, fiecare cu extindere și structurare particulară. Prototipul acestora îl constituie articolul original, lucrare de cercetare prin excelență, ale cărei componente sînt regăsite sub altă formă și în celelalte varietăți.

Titlul este, alături de rezumat, una din părțile cele mai importante, deoarece el atrage atenția asupra lucrării și el figurează în indexele bibliografice. Condiția specifică pe care trebuie să o îndeplinească este de a fi cît mai informativ. Prin esența sa, titlul este concis, dar această însușire nu poate avea preponderență asupra clarității. Cînd este necesar, se recurge de aceea și la un subtitlu ajutător. Nevoia de precizione condamnă exprimări vagi, de tipul „discuții în legătură cu...", „contribuții la studiul..." ș.a., care devin cu atît mai inutile, cu cît nu sînt nici indexabile. Se recomandă includerea în titlu a cuvîntului-

Scanned with OKEN Scanner

cheie principal, situînd, pe cît posibil, la început termenul cel mai important. Formularea trebuie să fie logică. Se evită expresiile spectaculare sau cele care făgăduiesc mai mult decît se oferă în realitate, urmărindu-se dimpotrivă o concordanță cît mai perfectă cu conținutul.

Înscrierea autorilor respectă în mod obiectiv contribuția adusă, conform normelor etice uzuale. Despre întocmirea listei de coautori s-a spus că „este o oportunitate de aur pentru a rupe prietenii" (136). Atunci cînd numărul participanților la cercetare este prea mare, sau contribuția moderată, se recurge la semnalarea aportului adus printr-o notă de „mulțumiri", situată în subsolul paginii de titlu. Eventualitatea se întîlnește tot mai frecvent în condițiile cercetării de echipă care se practică astăzi. Nu este exclusă nici ipostaza exprimării unui autor colectiv, exemplu edificator fiind Nicolas Bourbaki, „autorul" unei colecții celebre de tratate de matematică superioară modernă, care exprimă un grup de 10—20 matematicieni, neidentificați după nume, fiecare în parte binecunoscut în specialitatea sa.

Punerea problemei se face prin partea introductivă a articolului. Aci se enunță și se motivează ipoteza de lucru, precizîndu-se obiectul și scopul cercetării. Se insistă asupra punctului de vedere original, dar se efectuează totodată o prezentare succintă a stadiului actual al cunoștințelor. Aceasta se bazează pe selectarea riguroasă a problemelor și în nici un caz nu trebuie să se transforme într-o expunere istorică sau, cu atît mai puțin, într-un amplu referat introductiv. Analiza detaliată a literaturii într-o lucrare de cercetare originală, care nu urmărește scopuri referative, apare ca o inutilă paradă de informații și încarcă paginile revistelor. În termeni simpli se va arăta foarte direct, fără vaste considerații, cadrul general al subiectului, rezultatele obținute de alții, și motivarea propriei cercetări. Cînd este vorba de contradicții, se indică poziția adoptată.

Materialul și metoda de lucru pot fi expuse într-o singură secțiune sau diferențiat, după extinderea pe care o cer, important fiind să se

Scanned with OKEN Scanner

enunțe cu exactitate toate datele semnificative. Expunerea protocolului de cercetare se face fără comentarii și cînd este posibil, se reproduc scheme care realizează economie de text. Trebuiesc asigurate condițiile reproducerii cercetării, astfel că sînt expuse și detaliile tehnice atunci cînd este vorba de o metodă originală, sau de o variantă nestandardizată. În legătură cu materialul se menționează nu numai numărul de măsurători sau mărimea grupului, ci și particularitățile care îl definesc.

Expunerea rezultatelor ocupă cea mai mare întindere a lucrării și ea reprezintă, dealtfel, partea care îi conferă originalitatea. Scopul esențial al acestui capitol este de a permite rezultatelor să vorbească prin ele însăși și idealul este de a lăsa cititorului posibilitatea să tragă propriile concluzii, înainte de a le confrunta cu cele ale autorului (67). Prezentarea trebuie să fie completă și exactă, într-o formulare obiectivă. Tabelele descriptive sau fișele de observație, reproduse cu fidelitate, nu pot constitui corpul principal al unei lucrări. Protocoalele de cercetare își au desigur importanța lor, dar aceasta se limitează la laboratorul intim de creație. Materialul brut va fi expus în formă prelucrată, astfel că numeroasele valori individuale — atunci cînd se apelează la măsurători — sînt înlocuite prin media statistică, însoțită de caracteristicile sale.

Discuțiile asupra rezultatelor asigură integrarea contribuțiilor personale în sistemul de cunoștințe anterioare. Aici se face trecerea de la faptul concret la teoria științifică. Ca tematică, discuțiile se preocupă de valoarea și limitele metodei utilizate, comentează semnificația teoretică a rezultatelor, aduc explicații constatărilor faptice și compară datele obținute cu cele din referințele bibliografice. Un pericol frecvent este teoretizarea excesivă și extinderea unor discuții ipotetice dincolo de obiectul cercetării. Pentru a nu crea falsa impresie că lucrarea a rezolvat totul și pentru a stimula noi investigații, stă în uzanță de a se enunța de fiecare dată și problemele nerezolvate sau direcțiile de cercetare ce se schițează. Într-un pamflet care vizează obscurantismul în știință, Al. Kohn

Scanned with OKEN Scanner

relevă neajunsul devierilor speculative astfel: „destul de des e foarte bine să se descrie experienţele care n-au fost făcute, mai curînd decît cele care au fost realizate, pentru că, de fapt, experienţele imaginare se petrec întotdeauna mai bine ca cele realizate în laborator".

Rezumatul este partea care informează cititorii asupra esenţei conţinutului şi asupra contribuţiilor. El trebuie să fie succint dar explicit, făcînd un tot complet a cărei asimilare nu impune referiri la textul extensiv al lucrării. Redactarea se face în fraze şi nu în stil telegrafic, totdeauna într-o exprimare impersonală. În general, extinderea sa este de maximum 200 cuvinte. Alcătuirea are în vedere funcţiile cărora li se subordonează rezumatul: orientarea cititorilor asupra articolului în ansamblu, transmiterea unui număr cît mai mare de informaţii fără a fi necesară lectura integrală, înlesnirea operaţiilor de analiză bibliografică, reprezentarea cercetării la comitetele de lectură ale congreselor. Rezumatul nu poate fi privit ca o parte din text, şi nici nu se identifică cu concluziile. Prin situaţia sa în corpul lucrării, urmează discuţiilor sau — şi această variantă devine tot mai răspîndită, — precede lucrarea propriu-zisă în vederea operaţiilor de indexare coordonată. În această formă, va fi însoţit totdeauna de **cuvintele-cheie** destinate aceluiaşi scop.

Formularea unor **concluzii** este necesară pentru a scoate în evidenţă contribuţia proprie şi pentru a-i evalua semnificaţia. După expunerea într-o frază a obiectului cercetării, se redau rezultatele, interpretarea lor şi perspectivele pe care le relevă. În mod obişnuit se construiesc fraze scurte, cu caracter de sentinţe.

Lista bibliografică este întocmită potrivit unor norme bine codificate. Un principiu elementar obligă la asigurarea concordanţei perfecte între citările în text şi titlurile enumerate. Preciziunea bibliografică este o problemă de conştiinţă profesională şi devin penibile căutările zadarnice la care conduc indicaţiile incomplete sau inexacte. Se acordă prioritate publicaţiilor mai accesibile, atunci cînd dispunem de multiple sur-

Scanned with OKEN Scanner

se cu un conținut similar, preocupați de grija de a înlesni urmărirea lor de către lector. Se procedează totdeauna în mod selectiv, reținînd din numărul mare al lucrărilor consultate pe cele semnificative prin aportul lor original, prin volumul informațiilor sau prin legătura cu subiectul tratat. „Pare că unii autori nu se gîndesc decît să-și descarce memoria și să ne dea jurnalul lecturilor lor. Aceștia sînt autorii care au citit mult și au gîndit puțin și care cred că sînt bogați pentru că știu izvorul bogăției lor“ — îi ironiza Sénac. Această subliniere acidă nu se vrea un îndemn la simplitate și schematism, ci pune în gardă față de mirajul supraîncărcării lucrării cu surse documentare.

Proporția cea mai potrivită se apreciază cu multă măsură. Aceeași grijă cere și stabilirea raportului dintre lucrările vechi și cele recente, dintre cele din țară și străinătate, dintre cele personale și ale altora, gîndit în funcție de specificul cercetării și de pe poziții etice. Valoarea unui articol este deseori apreciată după bibliografia pe care o transmite. Dacă e însă prea bogată, poate fi sugerată lipsa de spirit critic, dacă e prea redusă, lasă să se bănuiască insuficienta cunoaștere a domeniului sau lipsa garanției afirmațiilor. Referințele prea vechi trădează pierderea pasului, cele exclusiv de actualitate îl indică pe începătorul febril care nu s-a ancorat încă în problemă, privită în evoluția ei. Preponderența titlurilor de tratate și referate caracterizează pe cercetătorul puțin interesat de cercetarea propriu-zisă efectuată de ceilalți. Numărul mare de autocitări poate echivala cu subiectivitatea. Trimiterea la liste bibliografice ale altor lucrări sau necomunicarea titlurilor conexe, sub formula „bibliografia la autor“ sînt uzanțe care se cer evitate. Toate aceste considerații derivă din dubla necesitate care justifică întocmirea listei bibliografice: posibilitatea de informare mai largă a celor interesați și de verificare a datelor expuse în text.

Gruparea lucrărilor se face în ordine alfabetică, după autori sau în lipsa acestora, după titlu. Din punct de vedere al formei de prezentare există unele deosebiri după publicație sau editură, dar acestea pri-

Scanned with OKEN Scanner

vesc elemente neesențiale, ca ordinea coordonatelor, semnele de punctuație, menționarea sau nu a titlului și a ambelor pagini, de început și de sfîrșit. Ne vom conforma deci după caz, recomandărilor prevăzute de redacția căreia urmează să ne adresăm. Condiția principală rămîne de a consemna toate datele bibliografice necesare pentru identificarea lucrărilor semnalate. În acest sens, pentru articolele din periodice se enumeră: numele tuturor autorilor, titlul lucrării în limba originală (neobligator), titlul revistei (integral sau în prescurtarea convențională cunoscută) anul de apariție, volumul (atunci cînd există), numărul revistei, pagina inițială și eventual și cea finală. Publicațiile cu denumiri identice sau cele cu circulație restrînsă necesită și menționarea localității unde sînt editate. Pentru a se evita confuzia, între nume și inițiala prenumelui se poate interpune o virgulă, condiție necesară în limbile unde se indică două inițiale. Pentru cărți se notează autorii, titlul, editura, localitatea, anul de apariție. Pentru lucrările publicate în volume colective se menționează pe lîngă coordonatele lor și volumul din care fac parte, cu toate indicațiile caracteristice.

Probleme particulare de structură ridică celelalte tipuri de lucrări științifice. **Referatul,** general sau de actualitate, conține o analiză de ansamblu a literaturii care aparține unui domeniu anumit, privită critic și de pe o poziție dobîndită adesea prin experiență personală. Atunci cînd sînt incluse și rezultate ale cercetărilor proprii acestea se integrează celor din literatură cu păstrarea proporției reale, după importanța lor. Lucrarea trebuie să rămînă unitară, reflectînd chiar în aceste condiții care presupun asimilarea unui material heterogen și în parte contradictoriu, personalitatea științifică a autorului.

Dizertațiile (tezele) sînt lucrările elaborate în vederea obținerii unui titlu științific și conțin, prin scopul propus, aceleași momente ca un articol obișnuit de cercetare. Toate secțiunile acestuia apar însă amplificate. Organizarea este mai complexă, conținînd o introducere care justifică cercetarea, o analiză de ansamblu a stadiului bibliografic al

Scanned with OKEN Scanner

cunoștințelor în problemă, care — dacă necesitățile o cer — poate acoperi mai multe capitole. Cercetarea personală trebuie expusă diferențiat, în așa fel încît aportul adus să fie scos în evidență fără duplicitate. În încheiere se formulează concluziile prin care se concentrează contribuțiile aduse.

Cerințele scrisului științific. Prin funcția pe care o îndeplinește, limbajul științific este în primul rînd *logic*, cu enunțarea precisă a obiectului și argumentare riguroasă, coerent, fără contradicții și fără hiatusuri între idei. Se desfășoară în ordine, structurîndu-se în grupuri bine integrate de fraze. Sintactic, se caracterizează prin relații de subordonare raționale între propoziții. După necesitate, se introduc între fraze părți de legătură pentru a se putea realiza adeziunea necesară sau, cînd este cazul, pentru a se exprima opoziția dintre ideile care se succed. Nevoia de corelare nu trebuie să ducă totuși la folosirea abuzivă a pronumelor relative (care, ce), nici a pronumelor demonstrative (acesta). S-a crezut într-o perioadă mai veche că stilului științific îi aparțin perioadele lungi, ca inerente pentru exprimarea unor probleme complexe. Literatura științifică modernă utilizează însă fraze scurte, capabile să transmită mai inteligibil conținutul de idei. Stilul științific a devenit *direct*. Față de maniera ditirambică, mult cultivată în secolul trecut, s-a produs o reacție fermă. „Superlativele și hiperbola sînt blestemul multor oameni de știință", constata rigurosul savant Ramon y Cajal. Condamnarea s-a făcut uneori în termeni polemici: *„flatulencia rhetorica"*.

Scrisul științific folosește *termeni specifici* sau sinonime cu circulație limitată, distincte de termenii din vorbirea laică. Se utilizează chiar abateri semantice, rezultate din preluarea figurată sau metaforică a unor cuvinte cu circulație generală. Capacitatea largă de formare a unor cuvinte noi, în serie, prin rădăcini sau sufixe comune constituie o particularitate însemnată a limbajului în știință. Se acordă prioritate termenilor tehnici și din acest motiv se produce un permanent flux

Scanned with OKEN Scanner

de neologisme, cu circulație dinspre limba care vehiculează descoperirea. Amenințarea creării unui jargon de neînțeles, luxuriant în barbarisme, poate fi evitată prin traduceri după principiile lingvistice generale sau prin construirea de termeni echivalenți. Prin cuvintele și expresiile utilizate, stilul științific este caracterizat de sobrietate. Urmărind această calitate, exprimarea nu trebuie să devină totuși seacă și incoloră. Folosim cuvintele care denumesc cel mai bine ceea ce trebuie exprimat, dar prin aceasta nu excludem bogăția de vocabular și nici termenii expresivi care sporesc accesibilitatea exprimării. Și-a cîștigat dreptul în stilul științific și metafora, fără de care n-am dispune astăzi de numeroși dintre cei mai folosiți termeni cu circulație universală. Important este să se respecte univocitatea termenilor, consecvența semantică, evitîndu-se echivocul și incertitudinea. Există un număr de calificative și de adverbe vagi, care nu servesc la nimic: destul, enorm, profund, spectacular, un anumit număr; tot astfel, unele substantive imprimă exprimării un halo de nesiguranță.

Concizia și simplitatea sînt condiții indispensabile, la rîndul lor. S-a spus, de către Gracian, și nu lipsit de sens, că „ceea ce este bun, este de două ori mai bun dacă este scurt". Ideea concordă cu un alt adevăr formulat de Cehov: „arta de a scrie este arta de a scurta", care reia un precept mai vechi al lui Boileau: „cine nu știe să limiteze, nu știe să scrie". Cu acest deziderat, scrisul științific invită la a spune ce se cunoaște în cît mai puține cuvinte, în așa fel încît eliminarea unuia singur să nu poată fi făcută fără a altera echilibrul gîndirii. Prin repetate reveniri se vor îndepărta toate părțile inutile, care fac exprimarea prea sinuoasă. „Ștergeți cuvintele a căror suprimare nu modifică sensul frazei, fraza a cărei suprimare nu modifică sensul alineatului, și chiar alineatul a cărui suprimare nu modifică sensul articolului", recomandă Maillard și Benhamou într-un ghid privind articolul științific. Se înlătură astfel toate expresiile parazitare. Curățirea

Scanned with OKEN Scanner

textului implică de asemenea excluderea pleonasmelor şi a repetiţiilor. „Un cuvînt bine ales poate economisi o cantitate enormă de idei“ (92).

Claritatea se obţine prin construcţia frazelor ca şi prin selectarea cuvintelor. Obligă la evitarea exprimării ermetice, condensată exagerat dintr-un excesiv îndemn spre conciziune. Nevoia de obiectivitate şi decenţa au instituit deprinderea de a se înlocui în general pronumele personale de la persoana I cu impersonalul „se“.

Exprimarea nu trebuie să devină seacă şi monotonă, ci, dimpotrivă să căutăm a-i asigura *armonia* şi ritmul frazei, fluenţa şi bogăţia vocabularului. Eleganţa şi frumuseţea stilului sînt atribute pe deplin compatibile cu rigurozitatea şi precizia. Însuşirea unor asemenea virtuţi nu poate fi obţinută fără eforturi serioase. O premisă rămîne cea de posesie deplină a materialului de fond, pentru că numai stăpînind subiectul, cuvintele vor urma „de la sine“. Înainte de a hotărî cum spui, este necesar să ai ceva de spus. Şi Boileau atrăsese atenţia că numai ceea ce se înţelege bine poate fi enunţat cu claritate.

Scrierile unor personalităţi reprezintă un nepreţuit îndreptar în perfecţionarea scrisului. Sînt la fel de folositoare şi textele de specialitate, dar şi cele umanistice, de filozofie în primul rînd. „Eşti nemulţumit de stilul tău? Dar cine nu-i? Fă întocmai ca şi cînd ai dori să-ţi dezvolţi un bun stil la cîntatul cu vioara. Practică. Citeşte pe marii maeştri. Învaţă de la ei“. P. Quince adresează acest îndemn oricăruia, dornic de a se depăşi.

Principii de tehnoredactare. Lucrările destinate publicării se dactilografiază la două rînduri pentru a permite calculul suprafeţei tipografice; 20 de asemenea pagini, însumînd cîte 30 rînduri, echivalează cu o „coală de autor“. Împărţirea textului în alineate respectă principiul general al dezvoltării unitare a diferitelor probleme. Cînd este necesar, se pot face note în subsolul paginii, separate de corpul aces-

Scanned with OKEN Scanner

teia printr-o linie și indicate prin număr de ordine sau asterisc. Reliefarea titlurilor sau a unor cuvinte și formulări cu importanță mai mare se face prin tipul literelor, spațierea lor sau prin sublinieri. Pentru *numerotări* se folosesc, în ordine succesivă, cifrele romane, cifrele arabe, literele alfabetului și eventual liniuțele. Un alt sistem de notație, mai simplu, recurge exclusiv la cifrele arabe, astfel combinate încît asigură subdivizări nelimitate:

1.
1.1.
1.1.1.
1.1.2.
1.2.1.
1.2.2.
2. etc.

Importanța cuvenită trebuie acordată, în orice lucrare, *aparatului documentar și ilustrativ*. Rezultatele sînt foarte frecvent exprimate în tabele, acestea devin în acest fel un argument de bază pentru generalizările teoretice care reprezintă contribuția. O bună tabelare ține seamă de mai multe condiții: concordanță cu ipoteza care orientează cercetarea, expunere integrală a datelor cu posibilitatea examinării în egală măsură a întregului lor ansamblu, respectarea principiilor generale de clasificare, claritate și simplitate, cu corolarul lor, inteligibilitatea. După conținut, se face distincție între tabelele analitice, care cuprind seriile de valori individuale, grupate și confruntate după nevoile argumentării, și cele sinoptice, care exprimă cifrele statistice reprezentative (medie, deviație standard, eroare medie, indice de semnificație).

Scanned with OKEN Scanner

Prima categorie este utilizată doar atunci cînd nu atinge proporții prea mari, prin numărul de măsurători; includerea se poate face în anexă, așa cum se obișnuiește în lucrările mai ample, ca dizertațiile. A doua, reprezintă modalitatea adecvată articolelor din periodice. În structură se prevăd coloane pentru înscrierea parametrilor studiați și o rubrică pentru comentarii. Inserarea tabelelor în text se face prin indicarea numărului de ordine, în textul cursiv sau în paranteză. Totdeauna se înscrie titlul deasupra corpului tabelului, indicîndu-se în mod concis conținutul și, dacă este cazul, unitatea de măsură. Numerotarea se face în general cu cifre romane.

Figurile folosite în lucrările științifice sînt, la rîndul lor, de mai multe tipuri. Unele sînt documente propriu-zise (fotografii, microfotografii, radiografii), destinate să convingă asupra realității faptelor descoperite. Altele sînt doar scheme substitutive ale acestora, atunci cînd imaginile fotografice nu sînt tehnic realizabile, și avînd desigur o valoare documentară mai scăzută. Pentru evidențierea unor relații sau pentru exprimarea unor raporturi metrice se folosesc reprezentările grafice. Schemele conceptuale contribuiesc, prin caracterul lor intuitiv, la mai buna înțelegere a unor structuri logice. Toate figurile sînt însoțite de legende, care trebuie să fie concise, fără însă ca această însușire să fie obținută în pofida inteligibilității. Numerotarea se face cu cifre arabe, independent de cea a tabelelor.

Referințele bibliografice se exprimă în diferite moduri. Atunci cînd este vorba de cercetări prioritare sau cu importanță crucială pentru dezvoltarea problemei, se menționează numele autorului și eventual anul publicării lucrării, în continuitatea frazelor sau în paranteză. Dacă cercetarea citată a fost efectuată de un colectiv mai larg, este suficient să se menționeze primul ajutor, cu mențiunea „*et al.*“ sau „și colab.“, pentru ca lista să fie înscrisă în întregime la bibliografie. Atunci cînd literatura citată este abundentă, și în orice caz atunci cînd se referă

Scanned with OKEN Scanner

la contribuții secundare ori superpozabile în parte, ne limităm a menționa doar cota bibliografică în paranteză. Lucrările neconsultate în original sînt semnalizate cu precizarea sursei din care au fost, în mod indirect, preluate, utilizînd formula „citat de". Cu deosebire în textele umanistice, pentru a face trimiteri bibliografice se face apel și la numeroase alte forme. Următoarele prescurtări sînt mai folosite: *„id."* (*idem* = același, pentru a indica autorul citat anterior) *„ibid."* (*„ibidem"* = în același loc, pentru a indica aceeași lucrare menționată anterior), *„op. cit."* (opera citată), *„loc. cit."* (= loco citato, pentru trimiterile la aceeași pagină indicată într-o notă premergătoare), *„pass."* (= *passim*, pentru datele răspîndite în mai multe pagini ale lucrării) *„ap."* sau *„apud"* (= la, dacă trimiterea bibliografică se face prin intermediul altei lucrări), *„cf."* (*conferre* = a compara, pentru ideile dezvoltate în altă lucrare), *„v."* (= vezi, cu utilizare analoagă), *„sq."* (*sequensque* = următoarea), *„sqq."* (*sequentesque* = următoarele). Lucrările nepublicate sînt menționate exclusiv în text, cu precizarea „nepublicat", „în curs de publicare" sau „comunicare personală".

Sînt uneori situații cînd recurgem la anumite semne cu valoare apreciativă: semnul exclamării pentru a sublinia importanța deosebită a unei idei, semnul întrebării pentru exprimarea unei nedumeriri față de teza citată, cuvîntul *„sic!"* (= așa) pentru a indica o greșeală care aparține autorului respectiv și nu comentatorului.

În ce privește scrierea *numerelor*, se obișnuiește în general ca cele mai mici de 10 să se înscrie în litere, numărul 10 și următoarele, în cifre arabe. Numerele de ordinul milioanelor și miliardelor se înscriu în litere, dacă sînt sume rotunde. O modalitate recomandabilă pentru numerele mari este cea de utilizare a exponenților lui 10: 5. 10^3 pentru 5.000, 5.10^6 pentru cinci milioane etc. În orice caz, se evită scrierea cînd într-o manieră, cînd în alta. Cifrele nu se plasează la începutul frazei, iar dacă acest lucru este inevitabil, scrierea numărului se face în litere.

Scanned with OKEN Scanner

Înainte de a preda textul definitiv se impune o verificare atentă, știind că o corectură în manuscris nu costă nimic, dar ea devine costisitoare pe probele tipografice. Se revizuiesc cu grijă cifrele, numele și indicațiile bibliografice. „Nu acceptați nici o referință ca monedă curentă. Verificați referința pe care vi-o dă cel mai bun prieten. Verificați referința pe care vi-o dă maestrul respectat. Verificați mai ales orice referință pe care ați găsit-o și ați fișat-o voi înșivă. A se înșela este omenesc, a verifica este necesar". Datorăm lui F. Place aceste judicioase recomandări.

Figurile se numerotează pe verso și tot aci se indică poziția, printr-o săgeată deasupra căreia se menționează „sus". Sînt introduse apoi într-un plic pe care se menționează lucrarea, autorii și numărul figurilor. Legenda se dactilografiază pe o pagină independentă.

Norme de corectură a probelor tipografice. Numeroase reviste și edituri retrimit autorilor probele tipografice (șpalturile) pentru corectură și pentru acordarea „bun-ului de tipar". Operația cere o atenție concentrată și, preferabil, este revizuită printr-o nouă lectură. Colaborarea cu a doua persoană care dictează de pe manuscris, indicînd toate detaliile ortografice, facilitează mult corectura.

Pentru semnalarea erorilor și pentru corectarea lor, sînt folosite simboluri cu circulație universală, din care sînt redate în continuare cele mai importante (tabelul *VI*).

În principiu, se înseamnă eroarea în text iar corectura urmează a fi făcută la marginea aceluiași rînd, inteligibil. Nu se scrie printre rînduri. Literele sau cuvintele culese greșit sînt tăiate prin linii (de aspect diferit, dacă se repetă mai multe semne pe același rînd), care se repetă și la margini, unde se însoțesc și de literele, cuvintele corecte. Se va respecta pe cît posibil lungimea rîndurilor, pentru a nu obliga refacerea alineatului și eventual chiar a paginii. În acest scop se recurge la compensări, prin adaus sau excludere de cuvinte, prin înlocuirea unor cuvinte cu altele mai lungi sau mai scurte, după necesități.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul VI

Semnele standard de corectură a probelor tipografice

		în text	la margine
început de alineat	la capătul rîndului		idem
	la mijlocul rîndului		„
comasare de alineate			„
a se alinia rîndurile la margine		|| sau ⊢ sau	„
a se inversa așezarea	literelor		„
	cuvintelor		„
a se apropia literele, cuvintele		↑ sau ↕ sau	„
a se depărta literele, cuvintele		Y sau X	„
a se exclude („deleatur")		/ sau	
a se exclude și a se apropia		idem	
a se completa lipsa		√ sau h	√
a se înlocui	litera	/ sau	/ etc.
	cuvîntul		
a schimba caracterul literei		/	/ a
a se inversa poziția literei		/	/ x
a se scrie cu caracter	gras	subliniat	gras
	italic	subliniat	ital.
a se aduce în rînd		în rind	//
a spația scrisul		subliniat	
a concentra scrisul		subliniat	
a se regrupa după numărul de ordine		2. 5. 4. 1. 2.	1. 2. 3. 4. 5.
se anulează corectura făcută		greșeală	corectură

6-41

COMUNICAREA

Activitatea desfășurată în legătură cu o temă de cercetare nu poate fi considerată ca încheiată înainte de a fi fost adusă la cunoștință celorlalți cercetători. Comunicarea lucrării în cadrul unei manifestări științifice organizate constituie, în acest fel, un moment de importanță deosebită. Acesta oferă nu numai posibilitatea transmiterii contribuțiilor proprii, ci este totodată un prilej optim de confruntare cu un auditoriu specializat, din acest prim contact rezultînd perspective hotărîtoare pentru cercetarea efectuată. Expunerea publică a lucrării nu poate fi redusă la simpla lectură a unui text, ci are un specific de care trebuie să se țină seamă. Fără îndoială că prezentarea, oricît de strălucită, nu poate salva o cercetare defectuoasă, dar cu siguranță, o prezentare proastă compromite lucrări de cea mai bună calitate.

Particularitățile comunicării orale derivă din necesitatea exprimării inteligibile a unui mesaj științific într-un *timp limitat*. O condiție elementară este respectarea cu rigurozitate a intervalului acordat, care este în general de 8—10 minute. Expunerea poate fi mai scurtă, și realmente, cîștigă uneori prin ritmul său alert și prin selectivitate, dar în nici un caz nu poate depăși limita prevăzută. Toată problema se rezumă la a ști ce anume merită expus, din toată complexitatea — cel puțin în perspectiva subiectivă — a cercetărilor. „Secretul de a fi plicticos stă

Scanned with OKEN Scanner

în a spune totul", remarca Voltaire. Comunicarea este mult mai schematică decît articolul scris care îi corespunde. Autorul trebuie să urmărească *expresivitatea* şi nu exhaustivitatea. Accentul se pune pe argumentaţia faptică şi pe descifrarea semnificaţiei teoretice a contribuţiei, lăsînd textului redactat erudiţia bibliografică şi speculaţiile ipotetice.

Se manifestă uneori, şi fenomenul are un caracter general, tendinţa de a prezenta propriile cercetări într-o manieră care relevă o impresionantă „complexitate". Intervine uneori însuşi conţinutul activităţii, aşa cum se prezintă în fapt, fără o suficientă decantare şi fără raţionalizarea necesară unei difuziuni largi în cîmpul ştiinţei. Nu lipseşte însă, altădată, o anumită atracţie spre spectacular, o fugă voită de simplitate. În termeni de fină ironie, Al. Kohn formulează astfel o falsă recomandare: „nici un savant ambiţios nu trebuie, dacă vrea să apere ideile sale, să creeze colegilor săi impresia că acestea sînt simple". Deci, aspectele esenţiale sînt cele care trebuiesc reţinute, nu cele lipsite de semnificaţie. Discuţia se opreşte insistent asupra problemelor care se cer mai temeinic explicate şi dimpotrivă, enunţă sumar pe cele evidente, care se impun înţelegerii cu uşurinţă. Structurarea expunerii se orientează şi după participanţii care o vor asculta. În principiu însă, oricînd, comunicatorul se va feri să minimalizeze pregătirea lor în problemă pentru că se găsesc mulţi, mai informaţi decît s-ar fi putut presupune.

Prezentarea unei lucrări ştiinţifice cuprinde toate principalele secţiuni care alcătuiesc lucrarea redactată. *Sistematizarea* nu respectă însă neapărat aceeaşi ordine. Începutul se face, evident, cu enunţarea ipotezei de lucru şi cu definirea problemei abordate. Încadrarea cercetărilor făcute în contextul literaturii va reţine puţin timp. Prea adesea se păcătuieşte prin alungirea exagerată a acestei introduceri, fapt care atrage apoi accelerarea ritmului de prezentare a părţii originale. În continuare este menţionat materialul investigat, precizîndu-se volumul determi-

Scanned with OKEN Scanner

nărilor și indicîndu-se tehnica de lucru. Expunerea trebuie să rămînă foarte schematică, trasînd doar liniile orientative în metodologie și evitînd detaliile tehnice. Cu deosebire, acestea din urmă, sînt lipsite de interes, exceptînd pe cîțiva cercetători puțini la număr, care lucrează în domenii apropiate. Dacă apare necesar, există posibilitatea ca în cursul discuțiilor să se facă completările cerute asupra tehnicii. Rezultatele sînt prezentate sintetic, dar cu multă exactitate. Se urmăresc cu precădere datele care susțin ideea principală a lucrării, menționîndu-se eventual sumar abaterile a căror semnificație nu a fost încă pătrunsă. Trebuie evitată enunțarea nediferențiată a unui șir prea mare de rezultate. Întrucît maniera analitică de expunere are eficiență scăzută, în comunicarea orală se recomandă interferarea comentariilor cu expunerea de rezultate. Se cîștigă în acest fel un timp prețios iar problemele sînt mult mai bine înțelese și reținute. Încheierea se face prin enunțarea cîtorva concluzii exprimate lapidar, menite să reliefeze contribuția adusă.

Comunicarea respectă normele *stilului vorbit*. Frazele sînt scurte și evită înlănțuirile lungi de idei, care îngreunează perceperea. Schematic ne orientăm după modelul: „cu metoda x a fost obținut rezultatul y, a cărui semnificație teoretică este z, în baza argumentelor . . .“

Alegerea celei mai potrivite *forme de prezentare* trebuie să rețină interesul comunicatorului în mod cu totul deosebit. Se cunosc, în această privință o gamă foarte largă de modalități, de la vorbirea liberă, plină de volubilitate, pînă la cititul conștiincios al textului, fără nici o legătură cu sala. Se ajunge de regulă la cîștigarea unui stil propriu, prin experiență, conform cu individualitatea fiecăruia. O manieră optimă, spre care trebuie să se tindă întotdeauna, este expunerea liberă sau orientată de proiecții și eventual de un text adnotat. Pe această cale se asigură nu numai puterea de sinteză și generalizare, ci și captarea aten-

Scanned with OKEN Scanner

ției auditorului. Se mai citesc, poate în raport cu gradul de emotivitate, introducerea, unele pasaje mai dense și mai cu seamă concluziile. Aceeași procedură se adoptă și dacă se susțin lucrări de diplomă sau de doctorat, expunerea sprijinindu-se pe un text special alcătuit, care să respecte cerințele unei comunicări.

Un mijloc auxiliar de mare valoare al comunicării, îl constituie *proiecțiile de diapozitive*, conținînd tabele cu cifre sau figuri. Confecționarea acestora are în vedere cîteva reguli internaționale. Proporțiile desenului trebuie să respecte dimensiunile 24 × 36 mm, corespunzătoare deschiderii ramelor, pentru a se acoperi întreaga arie proiectată. Este preferabil scrisul cu tuș iar dacă se recurge la mașină, se va asigura un contrast bun. Tabelele conțin doar informațiile necesare pentru comunicare. Un neajuns frecvent observat este cel al diapozitivelor supraîncărcate, cu numeroase cifre, imposibil de identificat. Este nepotrivit a se proiecta tabele mari din care să se demonstreze doar cîteva valori, situație care trădează lipsa de pregătire a expunerii, sau neștiința modului de prezentare. Fiecare tabel se însoțește de o inscripție explicativă care nu va depăși cinci cuvinte. Numărul maximal de coloane este de șapte. Diagramele, la rîndul lor, trebuie să fie clare, însoțite de legendă și cu explicații inteligibile. De cele mai multe ori ele pot înlocui tabelele de cifre, chiar dacă se reduc la cîteva coloane care indică valorile numerice enunțate. Calitatea diapozitivelor trebuie verificată în prealabil. Buna desfășurare a prezentării lor este condiționată de numerotarea și ordonarea corectă. Comentarea se face liber, indicîndu-se elementele semnificative pe care le conțin imaginile.

O comunicare de calitate impune o *pregătire* prealabilă. „Cu cît prepararea va fi mai meticuloasă, cu atît prezentarea va apărea mai spontană și degajată“ (66). Este o regulă de conduită care vizează în primul rînd pe tinerii cercetători, dar a cărei valabilitate rămîne permanentă.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. ADĂMUȚ, ZOE, ANGHEL, ION — *Statistică teoretică.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1969.
2. ANCUȚA, EM. — *Asupra raportului dintre logică și celelalte științe,* în *Probleme de logică,* vol. I, Ed. Academiei, București, 1968, p. 145.
3. APOSTOL, P. — *Elaborarea tezei de doctorat.* Rev. Inv. Sup., nr. 12, 1967, p. 49.
4. APOSTOL, P. — *Dinamica științei actuale și învățământul superior în lumina unei pedagogii prospective.* Rev. Inv. Sup. nr. 3, 1967, p. 3.
5. APOSTOL, P. — *Lenin și teoria științifică,* în *Lenin și știința contemporană,* Ed. științifică, București, 1970, p. 9.
6. APOSTOL, P. — *Cibernetică, cunoaștere, acțiune.* Ed. politică, București, 1969.
7. *** *Arta însușirii științei.* Ed. politică, București, 1968.
8. AUGER, P. — *Tendințe actuale ale cercetării științifice.* Ed. științifică, București, 1968.
9. AUGER, P. — *Recherches et chercheurs scientifiques.* Presses Univ. de France, Paris, 1964.
10. AVRAMESCU, A., CÎNDEA, V. — *Introducere în documentarea științifică,* Ed. Academiei, București, 1960.
11. BACIU, I. — *Ființa umană, obiect al cercetării științifice.* Rev. Inv. Sup., nr. 7, 1968, p. 45.
12. BARTOȘ, GH., VLAD—BUDOIU, V., VLAD, V. — *Munca intelectuală,* Ed. Dacia, Cluj, 1971.

Scanned with OKEN Scanner

13. BĂDINA, OV., KRASNASENSCHI, V., NEAMȚU, O., NESTOR, I., POPOVICI, C., STANCOVICI, V., ȘTEFAN, I. M., VASILIU, R. — *Scientica.* Ed. politică, București, 1970.
14. BEJAT, M. — *Talent, inteligență, creativitate.* Ed. științifică, București, 1971.
15. BERNAL, J. D. — *Știința în istoria societății.* Ed. politică, București, 1964.
16. BERNARD, CL. — *Introducere în studiul medicinii experimentale.* Ed. științifică, București, 1958.
17. BERNARD, CL. — *Caiet de note.* Ed. științifică, București, 1969.
18. BERNATEANĖ, H. — *Comment concevoir, réaliser et utiliser une documentation.* Ed. Organisation, Paris, 1964.
19. BEVERIDGE, W. I. — *Arta cercetării științifice.* Ed. științifică, București, 1971.
20. BOTEZ, M. C. — *Prognoză, planificare, conducere.* Lupta de clasă, nr. 12, 1971.
21. BLAGA, L. — *Experimentul și spiritul matematic.* Ed. științifică, București, 1969.
22. BOTEZATU, P. — *Valoarea deducției.* Ed. științifică, București, 1971.
23. BUNGE, M. — *Scientific research.* Ed. Springer, Berlin, 1967, 2 vol.
24. BUNGE, M. — *La causalita.* Ed. Boringhieri, Torino, 1970.
25. BURKO, J. — *Megaștiința: cercetarea cercetării.* Contemporanul, nr. 15, 1970.
26. CARAVIA, P. — *Informarea științifică, componentă esențială a procesului instructiv al activității de cercetare.* Rev. Inv. Sup., nr. 2, 1968, p. 21.
27. CEAUȘESCU, N. — *Raport la cel de-al X-lea Congres al Partidului Comunist Român.* Ed. politică, București, 1969.
28. CEAUȘESCU, N. — *Cuvîntare la inaugurarea noului an universitar,* Cluj. Scînteia, 30 oct., 1972.
29. CIUCU, G., CRAIU, V. — *Introducere în teoria probabilităților și statistica matematică.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1971.
30. *** *Consultații de biblioteconomie.* — ISIAP, București, 1969.
31. COTTON, E. — *Les Curies.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1969.
32. CULEA, H. — *Sociologia cunoașterii.* Ed. științifică, București, 1970.
33. DESCARTES, R. — *Texte filozofice.* Ed. de Stat pentru Lit. Șt., București, 1952.
34. *** *Dialectica cunoașterii științifice.* Ed. Academiei RSR, București, 1962.

Scanned with OKEN Scanner

35. *** *Dialectica materialului şi metodologia generală a ştiinţelor particulare.* Ed. Academiei RSR, Bucureşti, 1963.
36. *** *Dialectica metodelor în cercetarea ştiinţifică.* Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1966, 2 vol.
37. DIDILESCU, I., PAVELCU, V. — *Logica.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1968.
38. DUMITRAŞCU, D, — *Relaţiile dintre magistru şi discipol în cercetarea ştiinţifică studenţească.* Forum, nr. 4, 1969, p. 53.
39. DUMITRAŞCU, D. — *Obiectivele pedagogice ale introducerii studenţilor în activitatea de cercetare ştiinţifică.* Clujul Medical, nr. 1, 1970, p. 17.
40. DUMITRAŞCU, D. — *Creativitate şi vîrstă,* în *Biologie şi vîrstă* (red. O. Fodor), Ed. Dacia, Cluj, 1971, p. 139.
41. DUMITRESCU, D., TOMIN, U. (red.) — *Despre previziunea ştiinţifică.* Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1965.
42. DUMITRESCU, GH. — *Metode şi tehnici matematice în pedagogie.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1969.
43. ENESCU, GH. — *Logică şi adevăr.* Ed. politică, Bucureşti, 1967.
44. ENESCU, GH., POPA, C. (coord.) — *Logica ştiinţei.* Ed. politică, Bucureşti, 1970.
45. FODOR, O. — *Alegerea tezei de doctorat.* Rev. Inv. Sup. nr. 6, 1967, p. 11.
46. GARLINGTON, W. K., SHIMOLA, H. E. — *A proposito di statistica.* Ed. Sigma-Tau, Roma, 1967.
47. *** *General notes on the preparation of scientific papers.* London Royal Society, Londra, 1965.
48. GINI, C. — *La logica nella statistica.* Ed. Boringhieri, Torino, 1962.
49. GUILLAUMAUD, J. — *Cibernetica şi materialismul dialectic.* Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1967.
50. HAŞIGAN, D., MARINESCU, I. — *Grafice şi elemente de calcul grafic.* Ed. ştiinţifică, Bucureşti, 1967.
51. HAŢIEGANU, I. — *Valoarea ştiinţifică a observaţiei în clinică.* Clujul Medical, nr. 1, 1957, p. 7.
52. HAŢIEGANU, I. — *Permanentul şi tranzitoriul în medicină.* Clujul Medical, nr. 1, 1958, p. 5.

Scanned with OKEN Scanner

53. INFELD, L. — *Noile căi ale științei.* Ed. științifică, 1960.
54. IVĂNESCU, I., BIJI, E. — *Călăuză statistică.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1971,
55. *** *Îndrumări în studiul individual al studenților.* Lit. Univ. Babeș-Bolyai (f.a.), Cluj.
56. JAMES, D.E. — *A student 's guide to efficient study.* Pergamon Press, Oxford, 1967.
57. JOJA, ATH. — *Studii de logică.* Ed. Academiei RSR, București, vol. II, 1966. vol. III, 1971.
58. JOJA ATH. — *Logos Architékton,* Ed. Dacia, Cluj, 1971.
59. JOJA, CRIZANTEMA — *Studii de filozofie a științei.* Ed. Academiei RSR, București, 1968.
60. KOHN, AL. — *Principes et méthodes d'obscurantisme.* Presse Méd., nr. 15. 1970, p. 724.
61. KONSON, A. S., SOMINSKI, V. S. — *Economia cercetării științifice.* Ed. științifică, București, 1971.
62. KREBS, H. — *Come si crea un scienziato.* Collana di monografie del Centro Studi Lipidi Alimentari, Roma, 1968.
63. LĂZĂRESCU, GEORGETA — *Informația documentară și învățământul superior.* Forum, nr. 5, 1969, p. 33.
64. LECLERCQ, R. — *Traité de la méthode scientifique.* Ed. Dunod, Paris, 1964.
65. LE LIONNAIS, FR. — *La méthode dans les sciences modernes.* Ed. Science et Industrie, Paris, 1957.
66. MAILLARD, J.—N., BENHAMOU, J.—P. — *L'article médical.* Expansion Scient. Franç., Paris, 1970.
67. MAHEU, R. — *Science et synthése.* Galimard, Paris, 1967.
68. MARCUS, S. — *Aspecte matematice în studiul limbajului,* în *Limbaj, logică, filozofie,* Ed. științifică, București, 1968, p. 48.
69. *** *Materialismul dialectic și științele contemporane ale naturii.* Ed. politică, București, vol. IV, 1964, vol. X (Rolul modelului în cunoașterea științifică), 1965.
70. MĂRGINEANU, N. — *Natura științei.* Ed. științifică, București, 1968.

Scanned with OKEN Scanner

71. MESAROȘIU, I. V. — *Elemente de logică generală.* Ed. Univ. Babeș-Bolyai, Cluj, 1969.
72. MIHAILOV, A., I., CEORNÎI, A. I., GHILEAREVSKI, R. S. — *Informatica documentară.* Ed. științifică, București, 1970.
73. MIHU, A. — *Abc-ul investigației sociologice.* Ed. Dacia, Cluj, 1971.
74. MOGA, A., ORHA, I. — *Gîndirea și metoda științifică în terapeutică,* Clujul Medical, nr. 3, 1957, p. 5.
75 MOLES, A. — *Les processes de la création scientifique.* Ed. Kriter. Geneva, 1964.
76. MOISIL, GR. — *Îndoieli și certitudini.* Ed. enciclopedică română, București, 1971.
77. MURAT, V. P. — *Despre problemele fundamentale ale stilisticii,* în *Probleme de stilistică,* Ed. științifică, București, 1964.
78. MUREȘAN, P. — *Metode matematice în clinică, laboratoare și ocrotirea sănătății.* Ed. Medicală, București, 1963.
79. NICOLAU, ED., POPOVICI, AL. — *Introducere în cibernetica sistemelor discrete.* Ed. tehnică, București, 1966.
80. NICOLLE, J. — *Louis Pasteur, un maestru al anchetei științifice.* Ed. științifică, București, 1958.
81. *** *Notes for authors.* Inst. of. Physics a. Phys. Society, London, 1971.
82. OSTWALD, W. — *Les grands hommes.* Ed. Flammarion, Paris, 1912.
83. PAULHAN, FR. — *Psychologie de l'invention.* Ed. Alcan, Paris, 1930.
84 POLYA, G. — *Descoperirea în matematică,* Ed. științifică, București, 1971.
85. POPA, C. (coordonator) — *Existență, cunoaștere, acțiune.* Ed. științifică, București, 1971.
86. POPA, B., MIHĂILESCU, T. — *Informarea și documentarea în institutele de învățămînt superior tehnic.* Rev. Inv. Sup. nr. 6, 1967, p. 3.
87. POPESCU-NEVEANU, P., FISCHBEIN, E. — *Psihologia generală.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1968.
88. POSTELNICU, T., SĂHLEANU V. — *Insuficiența cercetărilor metodologice.* Contemporanul, nr. 27, 1969.

Scanned with OKEN Scanner

89. POSTELNICU, T., TĂUTU, P. — *Metode matematice în medicină și biologie.* Ed. tehnică, București, 1971.
90. RADU, C. — *Despre sfera și conținutul conceptului de știință.* Rev. Inv. Sup., nr. 12, 1967, p. 50.
91. RADU, I. — *Introducere în psihologia experimentală și statistică.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1967.
92. RAMON Y CAJAL, S. — *Drumul spre știință.* Ed. politică, București, 1967.
93. RĂCEANU, ILEANA — *Inteligență și perfectibilitate.* Forum, nr. 2/3, 1969, p. 138.
94. *** *La Recherche Médicale.* OMS, Geneva, 1970.
95. *** *Relațiile dintre matematică și științele naturii și societății.* Ed. Academiei RSR, București, 1969.
96. *** *Revoluția științifică și tehnică contemporană.* Ed. politică, București, 1967.
97. *** *Rolul științei în construirea socialismului în România.* Ed. politică, București, 1972.
98. ROMAN, C. — *Există un secret al celebrității?* (anchetă internațională). Ed. politică, București, 1971.
99. ROMAN, V. — *Revoluția științifică-tehnică contemporană și perspectivele dezvoltării ei în socialism și capitalism,* în *Materialismul dialectic și științele contemporane ale naturii,* vol. IV, Ed. politică, București, 1964, p. 182.
100. ROMAN, V. — *Revoluția industrială și dezvoltarea societății.* Ed. științifică, București, 1965.
101. ROMAN, V. — *Eseuri despre revoluția științifică și tehnică.* Ed. politică, București, 1970.
102. ROȘCA, Al. — *Condițiile dezvoltării flexibilității și creativității gîndirii,* în *Creativitate, modele, programare,* Ed. științifică, București, 1967, p. 9.
103. LE ROY, ED. — *La penseé intuitive.* Ed. Boivin, Paris, 1929.
104. RUSU, E. — *De la Thales la Einstein.* Ed. Albatros, București, 1971.
105. SAVINOV, A. V. — *Legile logice ale gîndirii.* Ed. științifică, București, 1961,
106. SĂHLEANU, V. — *Metode matematice în cercetarea medico-biologică.* Ed. medicală, București, 1957.

Scanned with OKEN Scanner

107. SĂHLEANU, V. — *Etica cercetării științifice.* Ed. științifică, București, 1967.
108. SĂHLEANU, V. — *Nobila aventură a științei.* Ed. Albatros, București, 1971.
109. SĂHLEANU, V. — *Parametri fundamentali ai investigației științifice.* Rev. Inv. Sup., nr. 10, 1967, p. 68.
110. SERGESCU, P. — *Gîndirea matematică,* Ed. Ardealul, Cluj, 1928.
111. SCHOOLMAN, H. M., BECKTEL, J. M., BEST, W. R., JOHNSON, A. F. — *Statistics in medical research.* J. Labor. a. Clin. Med., vol. 71, nr. 3, 1968, p. 357.
112. *** *La science biomédicale devant le dileme de l'expérimentation sur l'homme,* UNESCO, Paris, 1967.
113. SCHWARTZ, D. — *Méthodes statistiques à l'usage des médicins et des biologistes.* Ed. Flammarion, Paris, 1963.
114. SELYE, H. — *De la vis la descoperire.* Ed. medicală, București, 1968.
115. SELYE, H., COTÉ, G. — *Problèmes de la recherche médicale moderne.* Force, nr. 5, 1968, p. 5.
116. SNEDECOR, G. W. — *Metode statistice aplicate în cercetările de agricultură și biologie.* Ed. didactică și pedagogică, București, 1968.
117. DE SOLLA PRICE, D. J. — *Știință mică, știință mare.* Ed. științifică, București, 1971.
118. SPIEGEL, M. R. — *Theory and problems of statistics.* Schaum Publ. Co. New York, 1961.
119. SPIELMANN, I. — *Etica cercetării științifice.* Rev. Inv. Sup. nr. 2, 1965, p. 58.
120. STANCOVICI, V. — *Logica limbajelor.* Ed. științifică, București, 1972.
121. STEINBACH, M. — *Prelucrarea statistică în medicină și biologie.* Ed. Academiei RSR, București, 1961.
122. *** *Știința despre știință.* Ed. politică, București, 1968.
123. *** *Știință și sinteză.* Ed. științifică, București, 1969.
124. STROIE, I. — *Epistemologia leninistă și știința modernă.* Forum, nr. 4, 1970, p. 9
125. SURDU, AL. — *Logică clasică și logică matematică.* Ed. științifică, București, 1971.

Scanned with OKEN Scanner

126. *** *Teorie și experiment.* Ed. politică, București, 1971.
127. THOMAS, P.E.L. — *A guide for authors.* Ch. Thomas Publ., Springfield, 1968.
128. TOMESCU, M. — *Fișele de lucru în cercetarea științifică.* Rev. Inv. Sup., nr. 11, 1966, p. 63.
129. TOMIN, U. — *Știință, cercetare, producție.* Ed. Academiei RSR, București, 1970.
130. VINOGRADOV, S. N., CUZMIN, A. T. — *Logica.* Ed. de Stat, București, 1951.
131. VOICULESCU, M. — *Despre unele condiții etice ale cercetării științifice în medicina clinică.* Viața Med., nr. 23, 1962, p. 1393.
132. VOLKOV, G. N. — *Sociologia științei.* Ed. politică, București, 1969.
133. WALD, H. — *Introducere în logica dialectică.* Ed. Acad. RSR., București, 1959.
134. WALD, H. — *Elemente de epistemologie generală.* Ed. științifică, București, 1967.
135. WIENER, N. — *Cibernetica.* Ed. științifică București, 1966.
136. WILSON, E.B. — *An introduction to scientific research.* Mc. Graw-Hill Book Comp., New York, 1952.

Redactor: MARIA MONICA CREMENE
Tehnoredactor: CONSTANTIN RUSU

Bun de tipar: 27. III. 1974. Apărut: 1974. Comanda nr.: 757 Coli de tipar: 9,75. Tiraj:1950+140 Hîrtia: tip. înalt A 80 g/m². Format: 70×100/24 C. Z. pentru biblioteci: 001. 891.

Tiparul executat sub comanda nr. 91/1974 la Intreprinderea Poligrafică Cluj
str. Brassai nr. 5—7
Republica Socialistă România

Scanned with OKEN Scanner